

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE SMART CARD Y PC PARA IDENTIFICACIÓN SANITARIA

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

Arnold Luis Rodriguez Villarroel

ASESOR: Eduardo Toledo Ponce

Lima, Marzo del 2014

RESUMEN

En la actualidad, en el Perú, las instituciones de salud almacenan las historias clínicas en grandes y desorganizados archivos cuyo acceso no es fácil ni oportuno. Asimismo, toda la información queda disponible sólo para el personal asistencial de dicho establecimiento de salud, sin poder ser compartida con otras entidades prestadoras de este servicio. En este contexto existe la necesidad de contar con un dispositivo físico portable que almacene la información básica sobre la historia clínica de un paciente. Las smart cards, para el área de salud, almacenan estos datos y evitan los problemas actuales, como el desvío de medicamentos, la demora de la admisión en las instituciones de salud; además, de estar disponible en situaciones de emergencia en donde es de vital importancia conocer datos como grupo sanguíneo, alergias u otro dato relevante.

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño y desarrollo de una interfaz de comunicación entre smart card y PC para identificación sanitaria. Para ello, se desarrolló el hardware y software necesario que permitió leer y escribir los datos clínicos en la tarjeta inteligente.

El hardware desarrollado permite la comunicación con la smart card; además, de la comunicación con la PC.

El software desarrollado, para la interfaz gráfica de usuario, además de permitir la gestión de los datos almacenados en la smart card, se comunica con una plataforma de base de datos la cual almacena las tablas de consulta que se basan en estándares internacionales de interoperabilidad semántica, los datos del paciente como soporte de información y usuarios del sistema como personal de admisión, especialistas en salud y administradores del sistema.

Según las pruebas realizadas, se logró almacenar y leer los datos clínicos en la smart card, la gestión de los mismos desde la interfaz gráfica de usuario, el funcionamiento adecuado de las herramientas del sistema para los diferentes tipos de usuarios y, finalmente, la comunicación con la base de datos almacenada en un servidor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA ACTUAL DE PORTABILIDAD E INTEROPERABILIDAD SEMÁNTICA DE DATOS CLÍNICOS EN SISTEMAS INFORMÁTICOS HOSPITALARIOS

1.1.	Problemática.....	8
1.2.	Justificación.....	8
1.3.	Objetivos	10
1.3.1.	Objetivo general	10
1.3.2.	Objetivos específicos.....	10
1.4.	Alcances	10

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO DE LAS SMART CARDS Y DE LOS ESTÁNDARES DE INTEROPERABILIDAD SEMÁNTICA

2.1.	Marco teórico	12
2.1.1.	Tarjetas inteligentes y su evolución.....	12
2.1.2.	Estandarización	12
2.1.3.	Tarjetas inteligentes.....	13
2.1.3.1.	Descripción de tarjetas inteligentes	13
2.1.3.2.	Tarjetas de memoria	14
2.1.3.3.	Tarjetas con microprocesador.....	15
2.1.3.4.	Tarjetas inteligentes sin contacto.....	17
2.1.3.5.	Tarjetas de memoria óptica.....	19
2.1.4.	Lectoras de tarjetas inteligentes.....	20
2.1.5.	Norma ISO 7816	21
2.1.5.1.	Características físicas	21
2.1.5.2.	Dimensión y localización de los contactos	23
2.1.6.	Señales electrónicas y protocolo de transmisión.....	24
2.1.6.1.	Protocolo de transmisión	24
2.1.6.2.	Validación de datos	24

2.1.6.3.	Bit de Reconocimiento ACK	25
2.1.6.4.	Condición de START	25
2.1.6.5.	Condición de STOP	25
2.1.6.6.	Escribir un Byte	26
2.1.6.7.	Leer un Byte de una dirección aleatoria.....	26
2.1.7.	Estándares de interoperabilidad semántica	27
2.1.7.1	Necesidad de interoperabilidad semántica	27
2.1.7.2.	Estándares de terminología médica	29
2.1.7.3.	Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)	30
2.1.7.3.1.	Perspectiva Histórica de la CIE-9-MC	30
2.1.7.3.2.	Características de la CIE-9-MC	31
2.1.7.4.	Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos (OPPF)	32
2.1.7.5.	Ley de Los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios. (Ley Nro. 29459).....	33

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE SMART CARD Y PC PARA EL ALMACENAMIENTO DE DATOS CLÍNICOS

3.1.	Requerimientos del diseño del sistema	34
3.2.	Diagrama de bloques del sistema.....	34
3.3.	Datos clínicos a incluir en la tarjeta inteligente	35
3.4.	Diseño del hardware de la interfaz de comunicación entre smart card y PC	39
3.4.1.	Smart Card	39
3.4.2.	Etapas de control y comunicación con la PC	42
3.4.3.	Fuente de la alimentación	46
3.4.4.	Diseño del circuito y chasis	48
3.5.	Diseño del software de la interfaz de comunicación entre smart card y PC	50
3.5.1.	Diagrama de flujo de la aplicación	50
3.5.2.	Programación del microcontrolador	52
3.5.3.	Base de datos	56

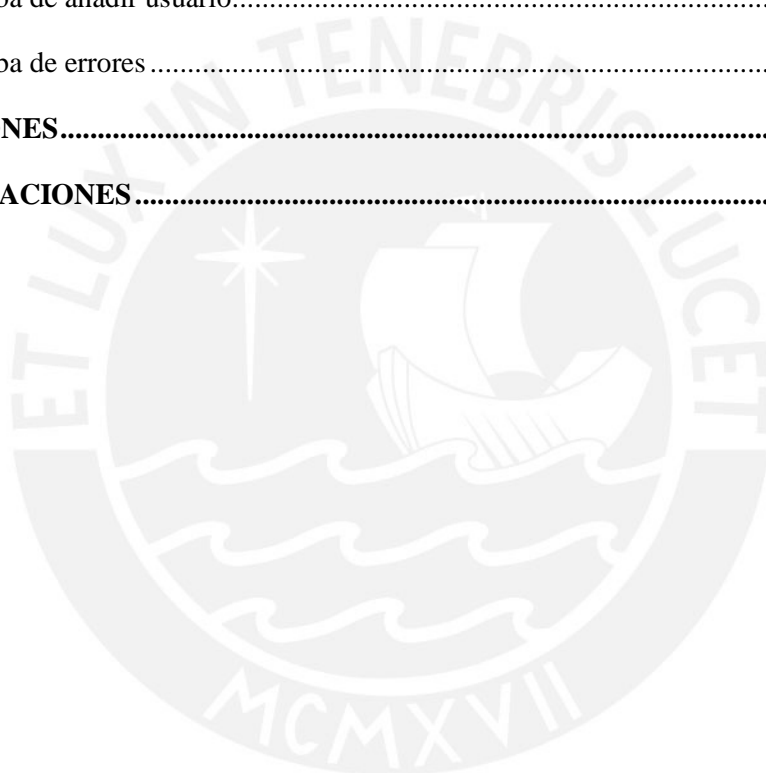
3.5.4.	PC e interfaz de usuario	60
--------	--------------------------------	----

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1.	Pruebas de comunicación entre el circuito, smart card y PC	65
4.2.	Pruebas de la interfaz lector/escritor y visualización de datos	65
4.3.	Pruebas de modificación de datos.....	68
4.4.	Pruebas con MySQL.....	69
4.5.	Prueba de generación de receta en formato PDF y su envío por correo	70
4.6.	Prueba de añadir usuario.....	71
4.7.	Prueba de errores	73

CONCLUSIONES.....	75
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	76
-----------------------------	-----------



INTRODUCCIÓN

La práctica médica aparece sobre la tierra junto con el ser humano. Sin tener pruebas escritas, existen vestigios desde la prehistoria a través de diferentes hallazgos de carácter arqueológico y estudios antropológicos.

Los combates entre grupos humanos originaban heridas y fracturas, las heridas se suturaban con crines de caballo mientras que las fracturas, se trataban con moldes de arcilla los cuales se dejaban endurecer. Estas manifestaciones son una demostración de la habilidad técnica que se tenía. Hoy se consideran como documentos de gran valor como los primeros conceptos de datos clínicos [1].

Los primeros escritos sobre operaciones realizadas en los huesos, ojos y otras partes del cuerpo humano, se encuentran referidas en las leyes del rey Hammurabi, en Babilonia (1790 al 1750 A.C.). En Egipto se escribió el papiro de Ebers, lectura médica Egipcia (aproximadamente, en el año 1553 al 1550, A.C.).

Las primeras historias clínicas que contenían examen, discusión de diagnóstico, tratamiento y resultado claramente establecidos, se deben a Hipócrates (siglo V).

Galeno en el siglo II de nuestra era, usó historias clínicas para discutir y enseñar problemas médicos.

En una época histórica bastante más cercana, Enrique VIII (1491-1547), dictó en Inglaterra reglas escritas sobre la confección y cuidado en las anotaciones y registros sobre pacientes, haciendo respetar el carácter confidencial de las mismas [1].

Por otro lado, desde la época hipocrática el diagnóstico ha sido una tarea fundamental para el buen ejercicio de la actividad sanitaria. Un tratamiento adecuado no es posible sin un diagnóstico correcto [2]. Por lo tanto, el diagnóstico que resulta de la asistencia a los pacientes tanto hospitalizados como ambulatorios genera una serie de datos clínicos y administrativos. Esta información se registra en varios documentos, siendo el conjunto de estos lo que constituye la historia clínica [3].

Tal como se describe, a través de la historia la importancia de documentar los datos clínicos ha sido relevante para el tratamiento y control de los pacientes. Como evidencian las pinturas en las cavernas, pasando por el papel hasta llegar, con el avance de la tecnología a documentos electrónicos y dispositivos portables.

Actualmente, los problemas principales que suelen presentarse son la falta de portabilidad e interoperabilidad de datos clínicos, sobre todo, entre las diferentes instituciones que prestan servicios a la salud. Esto debido a que cada organización almacena o registra los datos clínicos en archivos con formatos propietarios y que son gestionados por diferentes sistemas de información médica disponibles en el mercado [4]. Sin tener consenso o estándares que permitan la interacción y uso común.

Una propuesta de solución a este problema es planteada por Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) el cual plantea un sistema digital para la gestión de historias clínicas electrónicas almacenadas en iButton. Para ello, diseñaron e implementaron una interfaz de hardware capaz de leer y almacenar las historias clínicas electrónicas en los iButtons, la cual se conecta al computador personal a través de una conexión USB. Adicionalmente, desarrollaron una aplicación de software capaz de ejecutar acciones de lectura y escritura sobre las historias clínicas electrónicas almacenadas en los iButtons, para luego mostrar las mismas a través de una interfaz gráfica al usuario [4].

Otra propuesta de solución es planteada por una corporación denominada Global Health Smart Card Corp. de Dallas, Texas la cual ofrece una tarjeta inteligente (Smart Card) del tamaño de una tarjeta de crédito con un microprocesador embebido el cual contiene los datos de carácter personal, medicamentos y la información más importante para decisiones médicas [5].

El presente estudio se centrará en el desarrollo de una interfaz de comunicación entre smart card y PC para identificación sanitaria.

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA ACTUAL DE PORTABILIDAD E INTEROPERABILIDAD SEMÁNTICA DE DATOS CLÍNICOS EN SISTEMAS INFORMÁTICOS HOSPITALARIOS

1.1. Problemática

En la actualidad, en el Perú, las instituciones de salud manejan un gran volumen de información de sus pacientes, referente al tratamiento o controles sobre la evolución de las enfermedades; la cual en ocasiones no está disponible para su interpretación o no se dispone de información relevante y actualizada para una decisión clínica crítica, sobre todo en casos de emergencia.

Para evitar estos casos, se requiere contar con medios tecnológicos portables que cuenten con la capacidad de almacenar datos clínicos relevantes basado en estándares de interoperabilidad semántica; de manera que se pueda definir los datos y la estructura de la información, los mismos que puedan servir a los especialistas de diferentes Establecimientos de Salud.

Con ello, se conseguirá que los pacientes puedan acercarse a cualquier nosocomio para una atención oportuna en caso de emergencia, tener atenciones con tiempos cortos, reducir colas, consultas a especialistas sobre los cuadros clínicos, entre otros.

Algunos países como Alemania, Argelia, Bélgica, China, Finlandia, Francia, Puerto Rico, Reino Unido, Italia, Estados Unidos y Eslovenia forman el grupo de los que han adoptado el uso de las tarjetas inteligentes en el sector salud. Francia, por ejemplo, adoptó la solución de smart card en su sistema de salud a mediados de los años 90, siendo pionera en la adopción de esta tecnología. El objetivo del país era crear un banco de datos estandarizado que pusiera fin a las distintas formas de almacenamiento y envío de información con la finalidad de guardar los datos de los pacientes en un código único e interface común. Actualmente, este sistema se nutre con el 100% de información segura beneficiando a más de 80 millones de pacientes, 350 mil médicos y dentistas, dos mil hospitales y 22 mil farmacias [6].

1.2. Justificación

El problema que se plantea sobre la existencia de un gran volumen de historias clínicas en los nosocomios y que con frecuencia no estén disponibles en situaciones de emergencia compromete la vida de un paciente. Las smart cards for HealthCare (tarjetas con chip para el área de salud) aportan diversos beneficios para los ciudadanos atendidos por los hospitales públicos y privados del país. Es posible afirmar que al menos el 70% de los problemas actuales, como el desvío de medicamentos, el fraude en la administración, la transferencia ilícita de asignaciones, la demora en la atención en los hospitales y centros de salud públicos, se eliminarían con la adopción de esta tecnología [6].

Al mencionar la tecnología smart card puede significar complejo, sin embargo, se trata de una solución efectiva y de bajo costo; ya que la arquitectura consiste en una tarjeta inteligente, una lectora y un banco de datos con la información de problemas médicos, codificada mediante la CIE (Clasificación Internacional de Enfermedades) y otro banco de datos con los productos farmacéuticos, la cual es brindada por el Ministerio de Salud (MINSA) a través de su catálogo de productos farmacéuticos.

En este contexto, se tendrá un mecanismo que consiste en la asistencia de cualquier ciudadano al centro de salud con su smart card, donde se encuentra almacenado sus datos clínicos. En el centro de salud, el médico atiende al paciente e introduce la tarjeta en la lectora que transmite al monitor de la computadora la información contenida en ella. Con los datos clínicos del paciente en pantalla, el médico podrá agregar o modificar algunos datos en la misma tarjeta y finalmente se devolverá la tarjeta al mismo paciente para que pueda portarlo. Así, si el paciente decide atenderse en otro centro de salud, por algún motivo, la smart card contendrá los datos modificados con la última intervención médica. Con ello, se consigue que el proceso reduzca la duración de las consultas, ya que el médico tiene a su disposición los datos clínicos del paciente, esto podría impactar en la reducción de las colas de los centros de atención.

Entre otros usos, esta tecnología también puede ser utilizada en casos de emergencia, por ejemplo, si una persona quedara inconsciente en un accidente o en cualquier circunstancia, sin poder brindar ningún dato de vital importancia sobre su grupo sanguíneo, alergias, salud o algún dato relevante que se debe conocer cuando se ingresa al centro de emergencia. En estos casos, sería de vital importancia contar con una tarjeta inteligente que suministre información a los especialistas en salud.

Los Sistemas Informáticos Hospitalarios (HIS) actuales se encuentran muy difundidos, sin embargo, no todos ellos pueden intercambiar información debido a que trabajan con diversos estándares de comunicación. El presente proyecto propone generar la base para una plataforma sanitaria nacional que tenga como elemento principal de información e identificación una tarjeta sanitaria electrónica, la cual contendrá los datos clínicos del paciente y servirá como elemento de entrada a los sistemas informáticos hospitalarios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y desarrollar una interfaz de comunicación entre Smart Card y PC, confiable y segura, para identificación sanitaria en sistemas hospitalarios.

1.3.2. Objetivos específicos

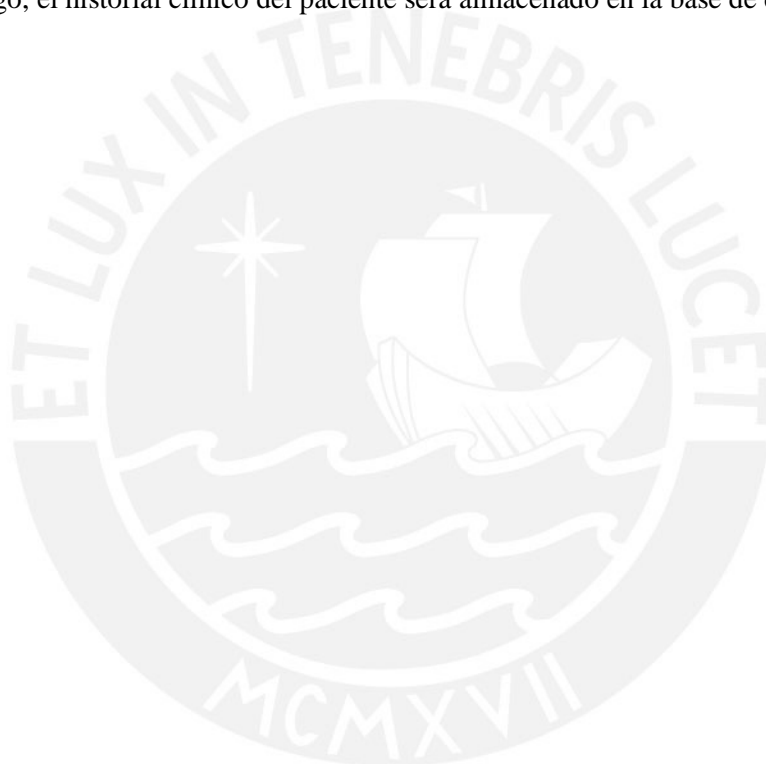
1. Evaluar y seleccionar el protocolo de comunicación que permita la transmisión de datos entre la Smart Card y el microcontrolador.
2. Determinar cuáles son los datos clínicos más importantes de los pacientes que se deberán almacenar en la memoria de la tarjeta inteligente, a partir del estudio de estándares que permitan interoperabilidad semántica, y definir la estructura de la información.
3. Seleccionar la smart card que tenga la capacidad de almacenar los datos clínicos seleccionados.
4. Seleccionar la plataforma de base de datos, que pueda almacenar las tablas referentes a los estándares que permiten interoperabilidad semántica, registrar los datos de los pacientes y otras tablas necesarias.
5. Diseñar y desarrollar el circuito electrónico el cual servirá de medio físico para la comunicación entre la Smart Card y PC
6. Desarrollar el software necesario que permita leer y escribir los datos en la memoria EEPROM de la tarjeta inteligente.
7. Diseñar una interfaz gráfica de usuario con la cual el personal asistencial interactuará con la historia clínica del paciente.

1.4. Alcances

La finalidad del tema de tesis es intercambiar datos clínicos con sistemas hospitalarios que utilicen estándares de interoperabilidad semántica tales como la clasificación internacional de enfermedades (CIE) y el catálogo de productos farmacéuticos.

- La interfaz de comunicación entre smart card y PC funcionará con sistemas hospitalarios que utilicen la CIE y el catálogo de productos farmacéuticos. Esto para poder lograr interoperabilidad semántica y la creación de la estructura de información.
- La interfaz de comunicación no será implementado en una clínica, este proyecto de tesis es la base para la implementación a gran escala en sistemas hospitalarios.

- Se desarrollarán dos aplicaciones. La primera aplicación permitirá sólo leer los datos y códigos almacenados en la smart card, pudiendo el establecimiento de salud traducir el código con el catálogo de productos farmacéuticos y el estándar de clasificación internacional de enfermedades. La segunda aplicación permitirá leer, escribir y editar la información de la tarjeta, asimismo, se enlazará con la base de datos, alojada en un servidor, la cual contendrá las tablas de consulta y servirá de soporte de la historia clínica del paciente.
- La smart card no almacenará el historial clínico de un paciente. La tarjeta sólo almacenará los datos clínicos más importantes de las últimas cuatro intervenciones; sin embargo, el historial clínico del paciente será almacenado en la base de datos.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO DE LAS SMART CARDS Y DE LOS ESTÁNDARES DE INTEROPERABILIDAD SEMÁNTICA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Tarjetas inteligentes y su evolución

La creación de las primeras tarjetas tiene inicio en los años 50. Específicamente Diners Club, en los Estados Unidos, elaboró la primera tarjeta plástica utilizando el novedoso material sintético PVC (PoliCloruro de Vinilo) el cual garantizaba una larga vida. Esta tarjeta no tenía la capacidad de almacenar datos, sólo llevaba impresos el nombre de la empresa Diners Club y la identificación del propietario de la tarjeta, de esta manera se certificaba el buen nombre del portador, lo cual era aceptado por varios hoteles y restaurantes que permitían el pago de cuentas a plazo.

Posteriormente el fraude se convirtió en el primer problema debido a que podían ser fácilmente falsificadas. Para solucionar este problema se diseñó la tarjeta de banda magnética el cual permite almacenar datos específicos que puedan verificar la identidad del usuario. Actualmente se sigue utilizando este tipo de tarjeta a pesar de que existe la posibilidad de que una persona no autorizada pueda borrar o leer los datos contenidos en ella.

Considerando los problemas expuestos anteriormente, se desarrollaron las tarjetas inteligentes, respondiendo a la necesidad de brindar mayor seguridad al titular de la tarjeta. Los inventores alemanes Jurgen Dethloff y Helmut Grotrupp, en 1968, registraron la primera patente relacionada con tarjetas ICC (Tarjeta de Circuito Integrado), sin embargo, en los años 70 el japonés Dr. Kunitake Arimura, desarrolla el primer concepto de tarjeta inteligente cuando instaló un chip en una tarjeta plástica. La empresa francesa PTT (Servicio de Telecomunicaciones y Correo) en 1984 registra el primer uso comercial de las tarjetas inteligentes, empleándolos como monederos telefónicos. En 1986 el uso de tarjetas telefónicas en Francia superaba varios millones [7].

2.1.2. Estandarización

Una tarjeta inteligente es un componente de un sistema complejo que no debe especificarse para cierta aplicación; ya que, se tendría la necesidad de utilizar diferentes tarjetas y los usuarios llevarían consigo una, por cada aplicación; haciendo poco o nada provechosa la tecnología. Para evitar este problema, existen estándares, como se muestra en la Figura 2.1, para el diseño de las tarjetas inteligentes que no sean dependientes a algún uso específico, por el contrario que sean de fácil adaptabilidad.

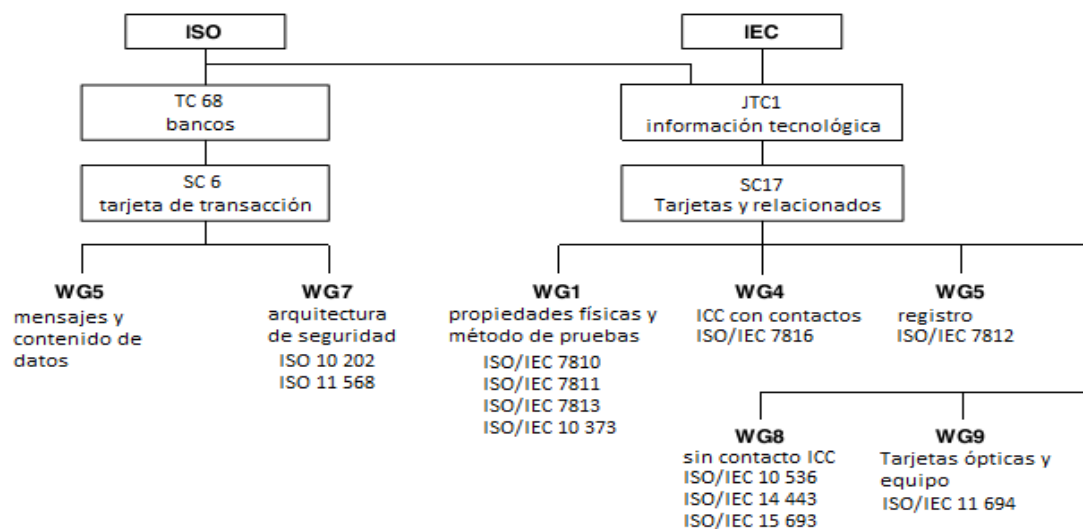


Figura 2.1: Comités técnicos que desarrollan las normas de tarjetas inteligentes

Fuente: Smart Card Handbook [8]

Como se muestra en la Figura 2.1, existen dos Comités Técnicos que se ocupan de la normalización de las tarjetas inteligentes. El primero es ISO TC 68 / SC 6, que es responsable de la normalización de las tarjetas usadas en el área de transacciones financieras, mientras que el segundo es la ISO / IEC JTC1/ SC17, que son responsables de las aplicaciones generales [8].

2.1.3. Tarjetas inteligentes

2.1.3.1. Descripción de tarjetas inteligentes

La Tarjeta inteligente es la más reciente tecnología en sistemas de identificación en el formato ID-1, tamaño del DNI. Su principal característica es un circuito integrado que está incorporado en la tarjeta, tiene componentes que permiten la transmisión, almacenamiento y procesamiento de datos. Los datos pueden ser transferidos utilizando cualquiera de los contactos de la superficie de la tarjeta o por campos electromagnéticos; es decir, sin ningún contacto.

Las tarjetas inteligentes ofrecen varias ventajas en comparación con las tarjetas de banda magnética. Por ejemplo, la capacidad máxima de almacenamiento de una tarjeta inteligente es muchas veces mayor que la de una tarjeta de banda magnética. Chips con más de 256 KB de memoria están disponibles actualmente, y esta cifra se multiplica con cada generación. Además, una de las ventajas más importantes de las tarjetas inteligentes se debe a que los datos almacenados son protegidos contra el acceso y manipulación no autorizada. El acceso sólo se pueden realizar a través de una interfaz en serie que está controlado por un sistema operativo y

de una lógica de seguridad. En la Figura 2.2 se muestra un diagrama de clasificación de las tarjetas inteligentes según el tipo de chip integrado y los métodos de transmisión de datos [8].

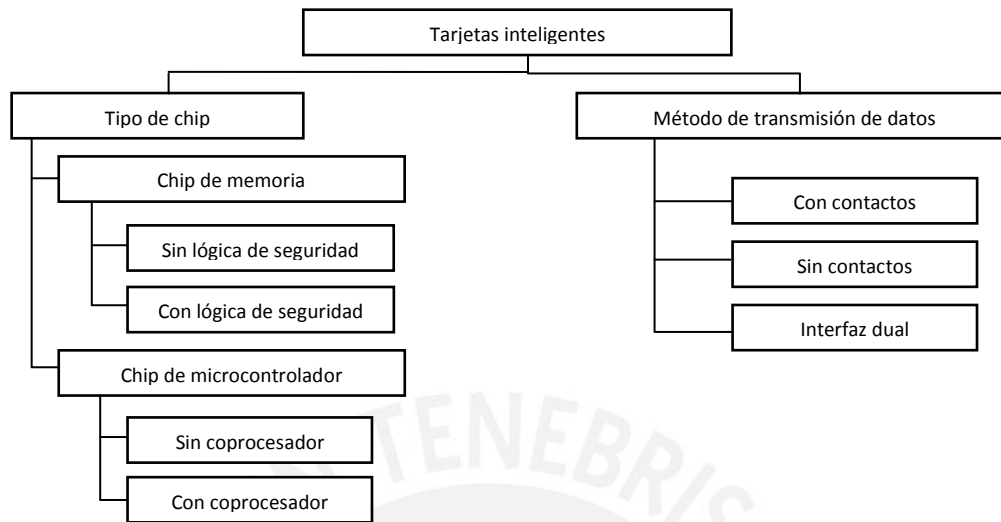


Figura 2.2: Clasificación para los chips de las tarjetas inteligentes de acuerdo con el tipo de chip usado y el método utilizado para la transmisión de datos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

2.1.3.2. Tarjetas de memoria

Los datos necesarios para la aplicación se almacenan en la memoria, que es por lo general EEPROM. El acceso a la memoria es controlada por la lógica de seguridad, que en el caso más simple consiste sólo de protección de escritura o de protección contra borrado de la memoria. Sin embargo, también hay chips de memoria con lógica de seguridad más compleja que pueden realizar sencillos cifrados. Los datos se transfieren desde la tarjeta a través del puerto I/O. La Parte 3 de la ISO 7816, define un protocolo especial para la transferencia síncrona.

Las tarjetas inteligentes usan el bus I2C, que se utiliza comúnmente para memorias de acceso en serie. En la Figura 2.3 se muestra la arquitectura de una tarjeta de memoria con contactos, mientras que en la Figura 2.4 se muestra la arquitectura de una tarjeta de memoria sin contactos [8].

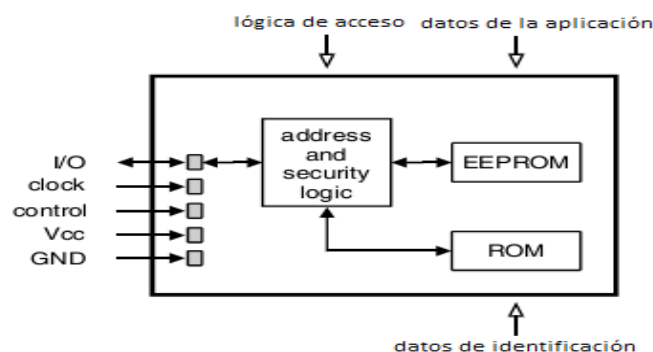


Figura 2.3: Arquitectura típica de una tarjeta de memoria, de tipo contacto, con lógica de seguridad. La figura muestra sólo la energía básica y los flujos de datos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

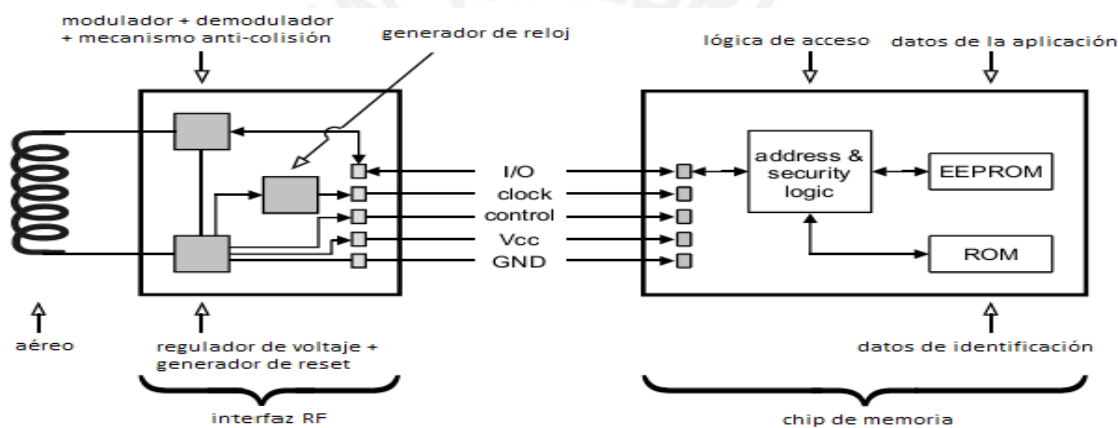


Figura 2.4: Arquitectura típica de una tarjeta de memoria con lógica de seguridad y una interfaz sin contacto. La figura muestra sólo la energía básica y los flujos de datos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

Tarjetas del tipo memoria son comúnmente usadas para telefonía prepagada. Donde el valor almacenado, electrónicamente en el chip de la tarjeta, va disminuyendo según la cantidad del tiempo que se va hablando. La principal desventaja es cuando la tarjeta queda descargada de saldo sin poder volver a ser rehusado.

En Alemania, desde 1994, se entregan tarjetas de seguro a todas las personas que pertenecen al seguro nacional. La información previamente escrita del paciente ahora es almacenada en la memoria de la tarjeta [8].

2.1.3.3. Tarjetas con microprocesador

El corazón en una tarjeta con chip integrado es el microprocesador, como el nombre indica, es un procesador, que por lo general está rodeado por cuatro bloques funcionales los cuales son:

memoria ROM, EEPROM, RAM y un I/O del puerto. En la Figura 2.5 se muestra la arquitectura de un dispositivo de este tipo.

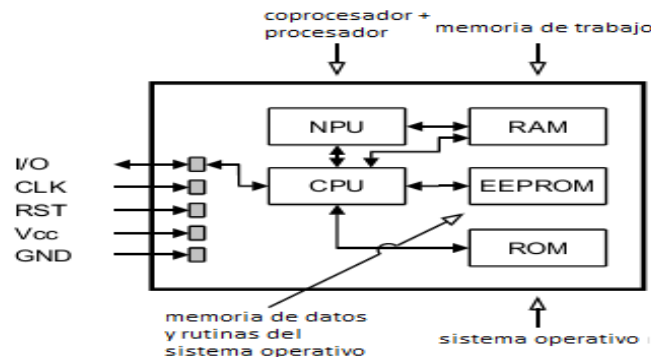


Figura 2.5: Arquitectura típica de una tarjeta con microprocesador. La figura muestra sólo energía básica y los flujos de datos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

La memoria ROM contiene el sistema operativo del chip, que es grabada cuando el chip es fabricado. El contenido de la ROM es por lo tanto idéntica para todos los chips de un ciclo de producción, y no puede ser cambiado durante la vida del chip. La EEPROM es la memoria no volátil del chip, de borrado y escritura eléctricamente. Los datos y el código de programa se pueden escribir y leer desde la EEPROM bajo el control del sistema operativo. La memoria RAM es la memoria de trabajo del procesador. Esta memoria es volátil, por lo que todos los datos almacenados en ella se pierden cuando el chip está apagado. La interface I/O por lo general consiste sólo de un registro único, a través del cual los datos se transfieren bit a bit [8].

Tarjetas con microprocesador fueron usadas por primera vez en el banco de Francia. Su capacidad para almacenar, de forma segura, las claves privadas y ejecutar algoritmos criptográficos hace posible la implementación de sistemas de alta seguridad de pago. Las tarjetas con microprocesador son libremente programables, la funcionalidad queda limitada por el espacio de almacenamiento y la capacidad del procesador. Actualmente dichas capacidades aumentan con la nueva generación de circuitos integrados.

En la Figura 2.6 se observa las típicas aplicaciones de estas tarjetas y la capacidad de almacenamiento que se necesitan [8].

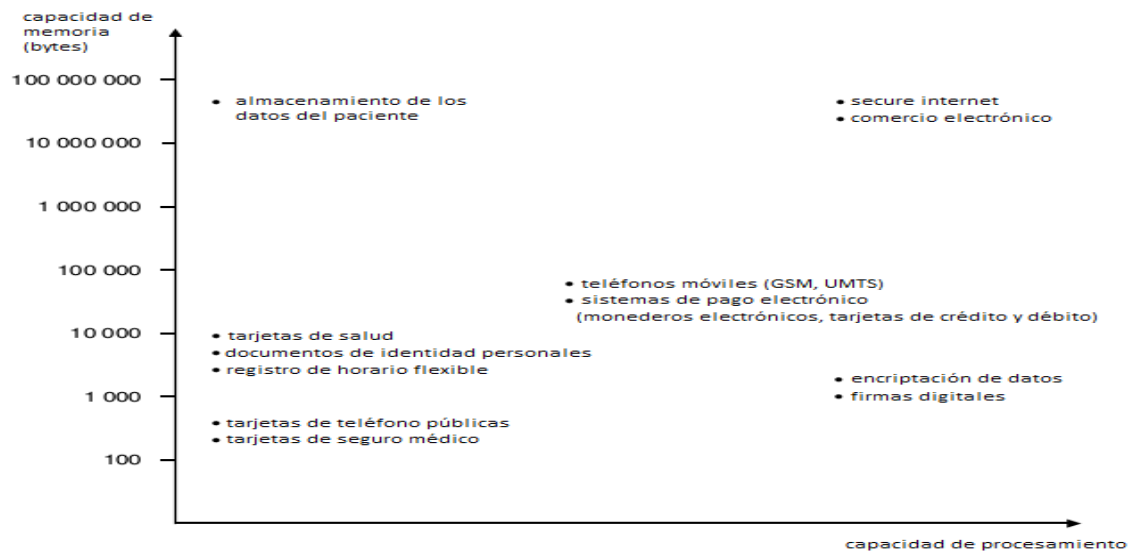


Figura 2.6: Típicas aplicaciones de tarjetas inteligentes mostrando la capacidad de almacenamiento y procesamiento requerido

Fuente: Smart Card Handbook [8]

2.1.3.4. Tarjetas inteligentes sin contacto

Las conexiones eléctricas en tarjetas inteligentes sin contacto se realizan a través de los ocho contactos especificados en la ISO 7816 Parte 1. La fiabilidad de las tarjetas inteligentes sin contacto no ha dejado de mejorar en los últimos años como resultado de la experiencia acumulada en la fabricación de tales tarjetas. Los contactos son uno de las causas más frecuentes de fracaso en los sistemas electromecánicos. Las alteraciones pueden ser causadas por factores tales como la contaminación y el desgaste de los contactos. Las vibraciones pueden causar breves contactos intermitentes. Dado que los contactos en la superficie de la tarjeta están conectados directamente a las entradas del chip del circuito integrado en la tarjeta, existe el riesgo de que el chip pueda ser dañado o destruido por descarga electrostática. Las cargas estáticas de varios miles de voltios no son en absoluto raro.

Estos problemas técnicos pueden evitarse con las tarjetas inteligentes sin contacto. Además de sus ventajas técnicas, esta tecnología ofrece a los emisores y titulares de tarjetas una gama de posibles aplicaciones nuevas y atractivas. Por ejemplo, las tarjetas sin contacto no necesariamente tienen que ser insertadas en un lector de tarjetas, ya que hay sistemas disponibles que funcionan en un intervalo de hasta un metro. Esta es una gran ventaja en sistemas de control de acceso hacia una puerta que tiene que ser abierta, ya que la autorización de acceso de una persona se puede comprobar sin necesidad de retirar la tarjeta de un bolso ni insertarla en un lector. Esto contrasta con las tarjetas magnéticas o tarjetas con contactos, que funcionan sólo con una orientación específica de la tarjeta. La libertad de las restricciones en

orientación simplifica el uso y por lo tanto aumenta la aceptación del cliente. En la Figura 2.7 se muestra la arquitectura de una tarjeta sin contacto [8].

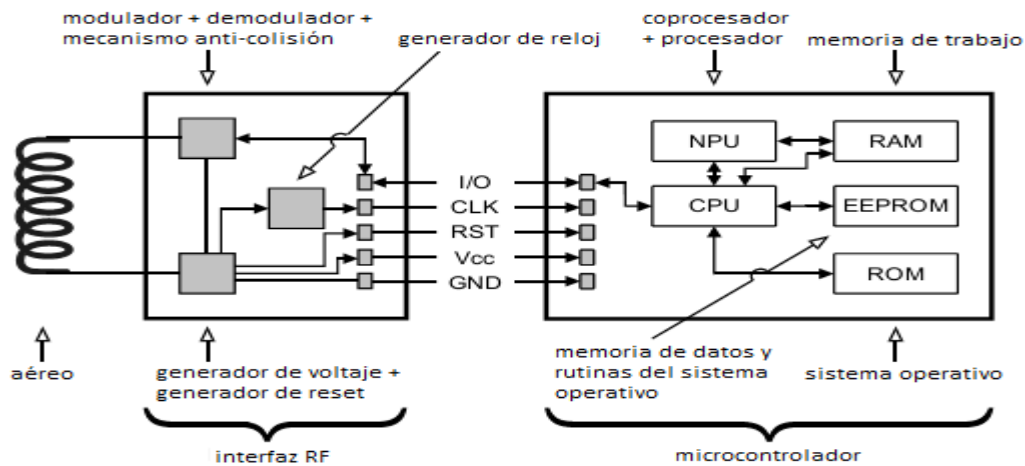


Figura 2.7: Arquitectura típica de una tarjeta con microprocesador y una interfaz sin contacto.

La figura muestra solamente la energía básica y los flujos de datos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

La tecnología sin contacto ofrece la ventaja de no tener componentes técnicos visibles en la superficie de la tarjeta, el diseño visual no es limitado por las bandas magnéticas o los contactos. Sin embargo, esta ventaja tiene los terminales más complejos con precios correspondientemente mayor. Otra desventaja es que varios sistemas diferentes para tarjetas inteligentes sin contacto han sido normalizados y comercializados, aumentando aún más la complejidad de terminales que deben ser compatibles con todas las tarjetas normalizadas [8].

Las tarjetas sin contacto, en donde la información se transfiere sin ningún contacto eléctrico entre la tarjeta y el terminal, son los productos más comerciales en los últimos años. En la actualidad, tanto las tarjetas de memoria y con microprocesador están disponibles como tarjetas sin contacto. Aunque las tarjetas con microprocesador sin contacto por lo general trabajan a una distancia de sólo unos pocos centímetros del terminal de lectura.

Este tipo de tarjeta no tiene necesariamente que estar sostenido en la mano del usuario durante su uso, puede permanecer en la mochila o billetera. Por tanto las tarjetas sin contacto son adecuados particularmente para aplicaciones en las que las personas u objetos deben ser rápidamente identificados. Algunos ejemplos son:

- Control de Acceso.
- Transporte Público

- Identificación de equipaje

Sin embargo, también existen problemas en las que la operación a una larga distancia podría causar problemas y por lo tanto se deberían evitar. Un ejemplo típico es un monedero electrónico [8].

2.1.3.5. Tarjetas de memoria óptica

Para aplicaciones en las que la capacidad de almacenamiento de las tarjetas inteligentes es insuficiente, tarjetas ópticas que pueden almacenar varios megabytes de datos están disponibles. Sin embargo, con la tecnología actual de estas tarjetas sólo se puede escribir una vez y no se pueden borrar.

La norma ISO / IEC 11 693 y 11 694 definen las características físicas de las tarjetas de memoria óptica y el de registro de datos que se utiliza con dichas tarjetas. La combinación de la gran capacidad de almacenamiento de las tarjetas de memoria óptica con la de tarjetas inteligentes lleva a interesantes posibilidades. Por ejemplo, los datos pueden ser escritos en forma cifrada en la memoria óptica. Esto protege los datos almacenados ópticamente contra el acceso no autorizado.

En la Figura 2.8 se muestra la arquitectura típica de esta tarjeta y en la Figura 2.9 se muestra la disposición de una tarjeta inteligente con contactos ópticos, una banda magnética y una zona de almacenamiento óptica. Se puede observar que el área disponible para el almacenamiento óptico está limitada por los contactos para el chip, que naturalmente, reduce la capacidad de almacenamiento total. La banda magnética se encuentra en la parte posterior de la tarjeta.

Hasta ahora, el uso de tarjetas de memoria óptica ha sido severamente limitado por el alto costo de los equipo para leer y escribir este tipo de tarjeta. Una de las aplicaciones para las tarjetas de memoria óptica es grabar los datos del paciente en el sector médico, ya que su gran capacidad de almacenamiento permite que incluso imágenes de rayos X se almacenen en una tarjeta [8].

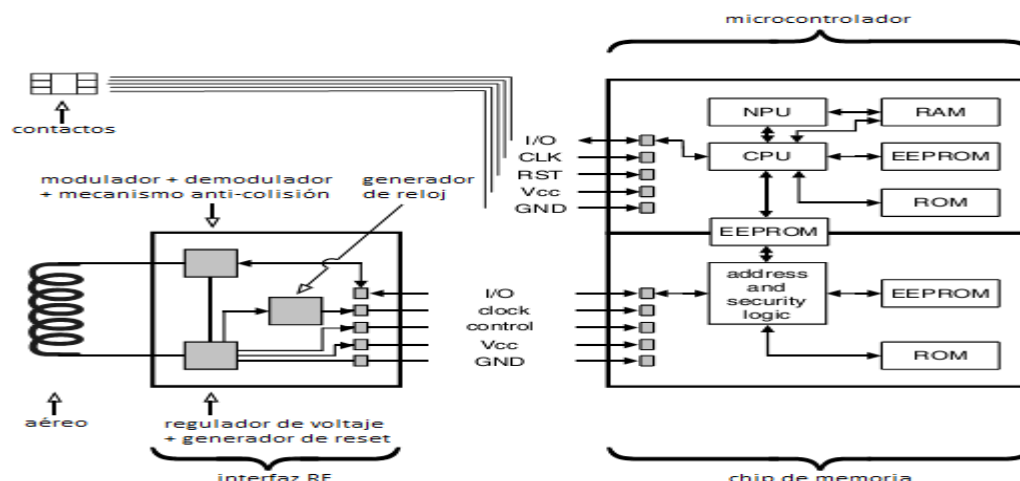


Figura 2.8: Arquitectura típica de una tarjeta con interfaz dual, que es una combinación de una tarjeta, de contacto, de memoria y con microprocesador. La figura muestra los flujos de energía y datos básicos

Fuente: Smart Card Handbook [8]

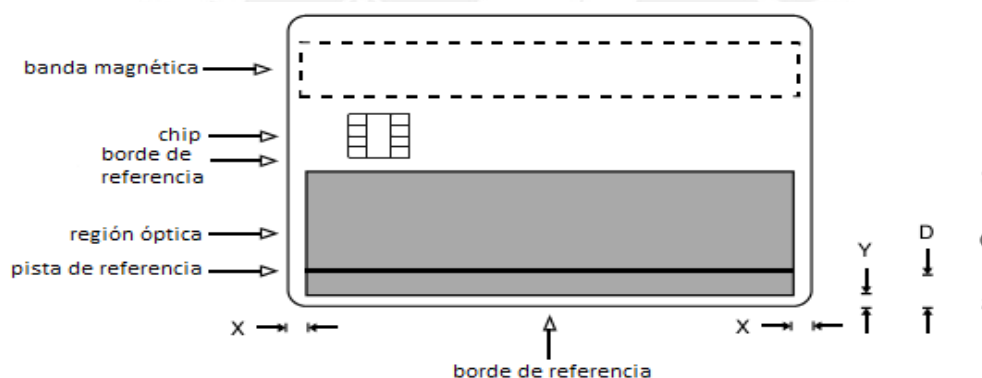


Figura 2.9: Localización de la zona de almacenamiento óptico en una tarjeta de ID-1 de acuerdo con la norma ISO / IEC 11 694-2. $C=9.5-49.2$ mm, $D=5,8 \pm 0,7$ mm, $X=3$ mm máximo con PWM o 1 mm máximo con PPM, $Y = \text{Min } 1 \text{ mm con PWM } (Y < D) \text{ o } 4,5 \text{ mm máximo con PPM}$ (PWM=modulación por ancho de pulso, PPM=pulso-posición de modulación)

Fuente: Smart Card Handbook [8]

2.1.4. Lectoras de tarjetas inteligentes

El lector de tarjetas es una interfaz que permite la comunicación entre una tarjeta y otro dispositivo. Los terminales se diferencian unos de otros en la conexión con el ordenador, la comunicación con la tarjeta y el software que poseen. Existen lectores de tarjetas inteligentes para cada aplicación y los podemos dividir en:

- Lectores conectados a una PC: según su nombre lo indica son lectores fabricados para

ser usados conectándolo a un computador, esta conexión puede ser a través de un puerto serie, USB, PCMCIA, etc. [9].

- Lectores conectados a un equipo específico: son lectores que se pueden instalar (previo fabricación y diseño) en un aparato determinado para cumplir con una función. Estos lectores se pueden instalar en: Cajeros automáticos, máquinas expendedoras, parquímetros, puertas (control de acceso), motores, etc. [9].
- Lectores Portátiles: son equipos que no necesitan de otro aparato para cumplir su función. Generalmente poseen todos los recursos integrados como baterías, memoria, pin pad, etc. [9].

2.1.5. Norma ISO 7816

La tarjeta inteligente más básica cumple los estándares de la serie ISO 7816, partes 1 a 10. Este estándar detalla la parte física, eléctrica, mecánica y la interfaz de programación para comunicarse con un microcontrolador.

La descripción de cada una de las partes de la ISO 7816 es:

- 7816-1: Características Físicas.
- 7816-2: Dimensiones y ubicaciones de los contactos.
- 7816-3: Señales Electrónicas y Protocolos de Transmisión.
- 7816-4: Comandos de intercambio inter-industriales
- 7816-5: Sistema de Numeración y procedimiento de registración.
- 7816-6: Elementos de datos inter-industriales.
- 7816-7: Comandos inter-industriales y Consultas Estructuradas para una tarjeta.
- 7816-8: Comandos inter-industriales Relacionados con Seguridad.
- 7816-9: Comandos adicionales inter-industriales y atributos de seguridad.
- 7816-10: Señales electrónicas y Respuesta al Reset para una Smart Card Síncrona.

Una descripción para las smart cards sin contacto está descrita en el estándar ISO 14443 [10].

2.1.5.1. Características físicas

El rasgo más distintivo de una tarjeta es sin duda su aspecto físico. Otra característica notable a simple vista es la presencia o no del área de contactos, que tiene la forma de un cuadrado dorado

o plateado, y que se encuentra en la superficie de la tarjeta. En algunos casos esta área no existe (tarjetas sin contacto).

Existe una íntima relación entre el cuerpo de la tarjeta y el chip, como se observa en la Figura 2.10 que lleva implantado un chip, de nada sirve que el cuerpo de la tarjeta sea capaz de soportar temperaturas extremas, si el microprocesador no comparte esa característica. Ambos componentes deben de satisfacer todos los requisitos tanto por separado como conjuntamente [10].

Tarjeta conforme con ISO 7810, 7813 debe:

- Resistir ataques con rayos X y luz Ultravioleta.
- Tener superficie plana.
- Permitir cierto grado de torsión.
- Resistir altos voltajes, campos electromagnéticos, electricidad estática.
- No disipar más de 2,5 W.
- La diferencia entre el nivel de los contactos y la superficie de la tarjeta debe ser menor a 0.1mm.
- Resistencia a la presión mecánica causada por una bola de acero de 1.5 mm de diámetro en la cual se aplica una fuerza de 1.5 N.
- EL valor de la resistencia entre dos pines cualquiera, no puede sobrepasar 0.5 Ohmios.
- Resistencia a la exposición de campos electromagnéticos.
- Debe resistir a la descarga de un condensador de 100 Picofaradios a 1500 Voltios, en serie con una resistencia de 1500 Ohmios, aplicada entre cualquier pin y tierra.

Tamaños de tarjetas:

- ID-1 (es el más habitual)
- ID-00
- ID-000 (el de GSM)

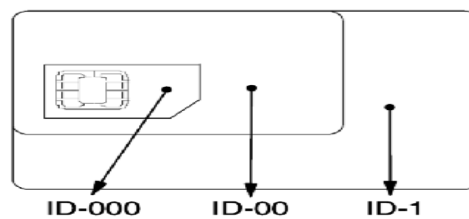


Figura 2.10: Tamaños de tarjetas de acuerdo al ISO (7816-1)

Fuente: Tesis de Licenciatura “Tarjetas inteligentes” [10]

2.1.5.2. Dimensión y localización de los contactos

Dado que el microprocesador requiere de unas vías por donde tomar la alimentación para sus circuitos o para llevar a cabo la transmisión de datos, es necesaria una superficie física de contacto que haga de enlace entre el lector y la tarjeta.

Esta superficie consiste en 8 contactos que se encuentran en una de las caras de la tarjeta, como se observa en la Figura 2.11.

El tamaño de los contactos no debe ser nunca inferior a 1.7 mm de alto y 2 mm para el ancho, el valor máximo de estas medidas no está especificado [10].

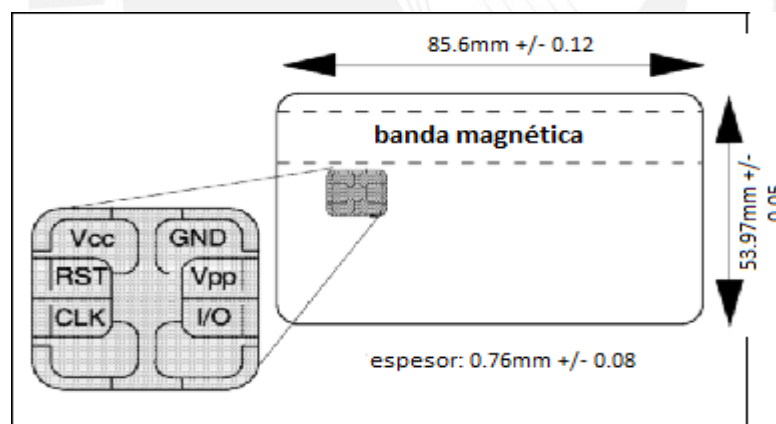


Figura 2.11: Localización de los contactos de acuerdo al ISO (7816-2)

Fuente: Tesis de Licenciatura “Tarjetas inteligentes” [10]

El Chip cuenta con 8 diferentes puntos de contacto, como se observa en la Figura 2.12, la forma y distribución de estos puntos de contacto, varía de acuerdo al fabricante, pero de todas formas conservan las mismas funciones. VCC es la fuente de poder del chip. RST es el Reset. CLK (Clock) es el reloj. Los dos puntos RFU (Reserved for Future Use) son puntos reservados para un uso futuro. GND (ground) es la tierra del Chip. VPP es el punto donde se encuentra la memoria EEPROM. Por último, I/O es el Input Output del Chip [11].

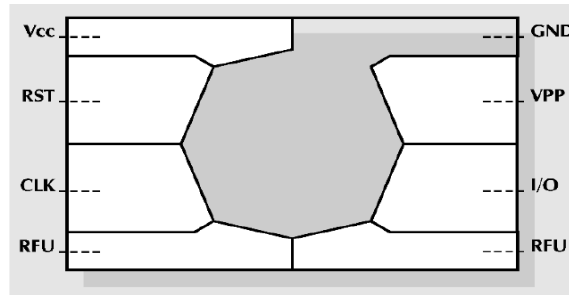


Figura 2.12: Localización de los contactos del chip integrado

Fuente: <http://www.smartcard.co.uk/tutorials/sct-itsc.pdf>

2.1.6. Señales electrónicas y protocolo de transmisión

2.1.6.1. Protocolo de transmisión

Toda comunicación que se realice con una tarjeta es iniciada siempre por el dispositivo externo, en este caso el microcontrolador, que es el maestro, esto quiere decir que la tarjeta nunca transmite información sin que se haya producido antes una petición externa. Esto equivale a una relación maestro-esclavo, siendo el terminal el maestro y la tarjeta el esclavo.

Cada vez que se inserta una tarjeta en el terminal lector, sus contactos se conectan a los del terminal y este procede a activarlos eléctricamente.

Todos los datos enviados por la línea de comunicación son digitales y usan los valores “0” y “1”. Los valores de tensión usados son 0 y 5 voltios.

Los protocolos de transmisión especifican con precisión cómo han de ser las instrucciones, las respuestas a las mismas y el procedimiento a seguir en caso de que se produzcan errores durante la transmisión. Existen alrededor de 15 protocolos distintos, pero tres de ellos son los más utilizados., el T=0 que fue diseñado en 1989, el T=1 que fue introducido en 1992 y el protocolo I2C desarrollado por Philips Corporation en 1992.

Este último protocolo se sintetiza a continuación.

2.1.6.2. Validación de datos

Durante la transferencia de un dato, la línea SDA debe permanecer estable mientras la línea SCL está en alto. Cualquier cambio en la línea SDA mientras la línea SCL está en alto será interpretado como una condición de START o de STOP. En la Figura 2.13 se observa un dato válido.

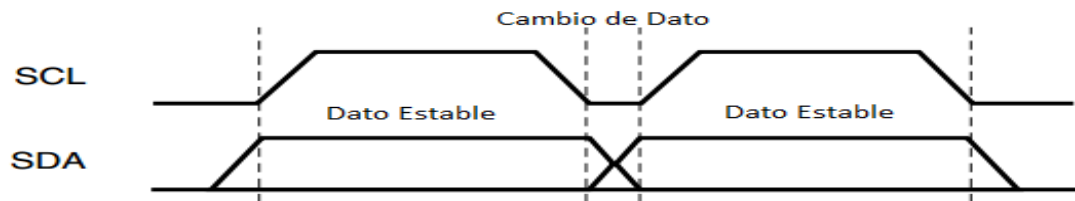


Figura 2.13: Protocolo de dato válido

Fuente: Integrated Silicon Solution [14]

2.1.6.3. Bit de Reconocimiento ACK

Después de transferir exitosamente 8 bits, Se genera un bit de reconocimiento ACK por parte de la tarjeta inteligente al microcontrolador. El dispositivo ACK pone en bajo a la línea SDA. En la Figura 2.14 se observa el bit de reconocimiento.

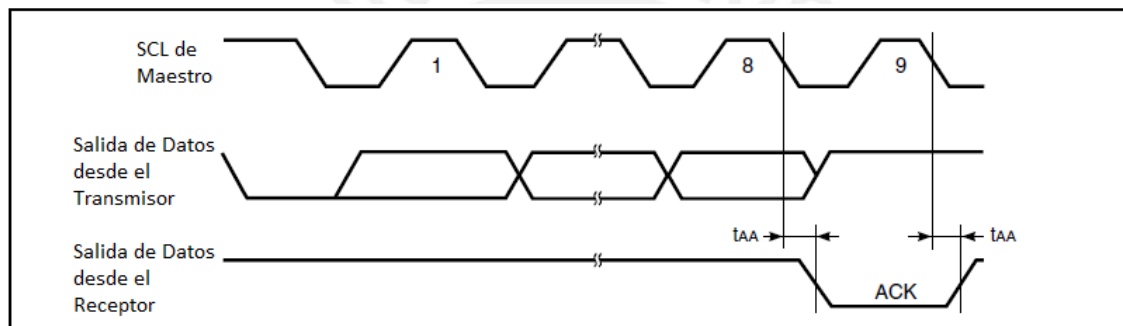


Figura 2.14: Generación del bit de reconocimiento

Fuente: Integrated Silicon Solution [14]

2.1.6.4. Condición de START

La condición de START precede a todos los comandos del dispositivo y está definida como una transición de alto a bajo del pin SDA cuando el pin SCL se mantiene en alto. Los comandos de la EEPROM no responden hasta que la condición de START se cumpla. En la Figura 2.15 se observa la condición de START.

2.1.6.5. Condición de STOP

La condición de STOP está definida como una transición de bajo a alto del pin SDA cuando el pin SCL está en alto. Todas las operaciones finalizan con una condición de STOP. En la Figura 2.15 se observa la condición de STOP.

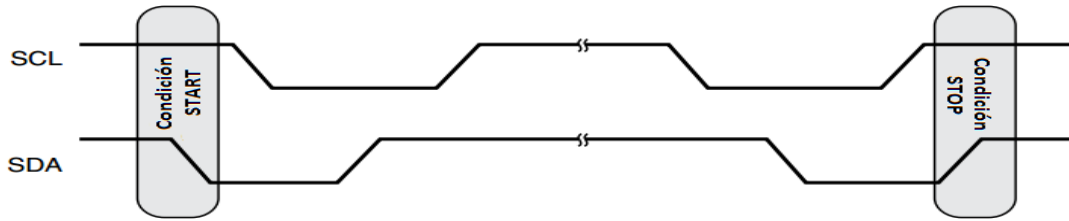


Figura 2.15: Condición de Start y Stop

Fuente: Integrated Silicon Solution [14]

2.1.6.6. Escribir un Byte

Para iniciar el comando de escritura, se debe enviar una condición de START, explicada anteriormente, luego se envía una cadena de 8 bits, la que debe contener el valor 1010, por fabricación, seguido de 3 bits para direccionar uno de los 8 bloques de 256 bytes en el dispositivo y un bit que indica la acción de escritura (0) que va a ser ejecutada. El microcontrolador le enviará a la tarjeta la posición para ser escrita y la tarjeta procederá a almacenar el dato. Como se observa en la Figura 2.16.

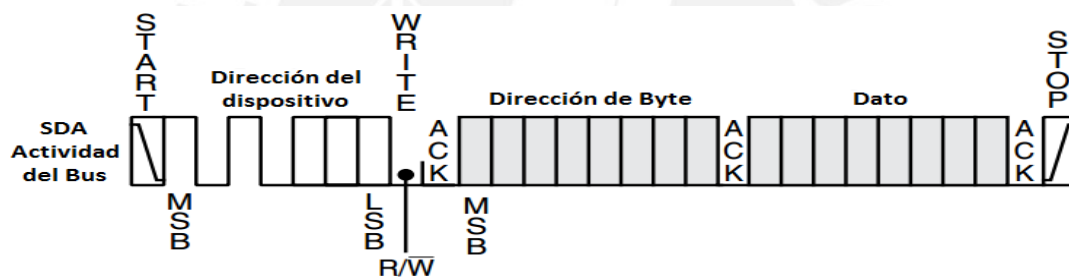


Figura 2.16: Protocolo para la escritura de un dato en una dirección arbitraria

Fuente: Integrated Silicon Solution [14]

2.1.6.7. Leer un Byte de una dirección aleatoria

Cuando la operación que se desea realizar es lectura, el procedimiento a seguir es el mismo, solamente cambia en el caso que se solicite la lectura de una dirección diferente a la cual se accedió la última vez que se usó la tarjeta; en estos casos se envía una dirección de escritura falsa para que el puntero de la tarjeta se ubique en dicha posición, después se envía nuevamente una condición de inicio, seguida de la acción leer, lo cual dará lugar a que la tarjeta sea leída en la posición deseada. Como se observa en la Figura 2.17.

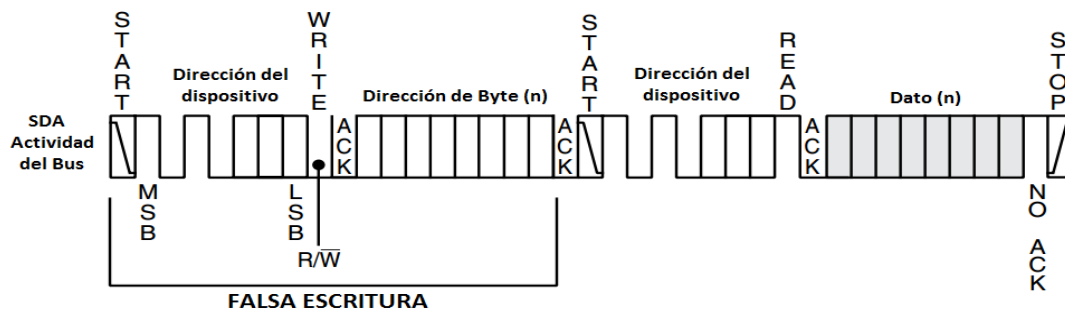


Figura 2.17: Protocolo para la lectura de un dato en una dirección arbitraria

Fuente: Integrated Silicon Solution [14]

2.1.7. Estándares de interoperabilidad semántica

2.1.7.1. Necesidad de interoperabilidad semántica

Hace unos años era habitual pertenecer a un único centro de salud, pero hoy en día un cambio de residencia debido a cuestiones laborales o de estudios, es algo común. Ante esta situación sólo quedaba la necesidad de trasladar tus registros sanitarios o generar otros en el nuevo centro de salud; sin embargo, la historia clínica de un paciente debería seguirle donde éste fuese, pues da fe de su interacción con el sistema sanitario. La especialización de la medicina y la movilidad de los ciudadanos hacen que diferentes centros de salud necesiten compartir información entre sí, lo cual añade complejidad porque los centros sanitarios pueden haber desarrollado su sistema de gestión de historias clínicas basándose en diferentes arquitecturas, diferentes sistemas de almacenamiento de la información, codificaciones diferentes, diferentes lenguas o dialectos.

El problema adquiere un matiz diferente cuando se trata de compartir información con otros centros sanitarios. Dejando al margen aspectos legales y tecnológicos, la transmisión de la información de una manera inequívoca se convierte en un aspecto clave a estudiar puesto que una transmisión errónea o incompleta de los datos médicos puede ocasionar un error en el diagnóstico por una mala interpretación de los datos o un retraso en la determinación debido a la necesidad de repetir alguna prueba [13]. Ante este problema los organismos de estandarización desarrollaron sistemas de codificación extensos para patologías, síntomas, pruebas médicas, etc. En un mismo centro sanitario esta codificación resulta beneficiosa puesto que la conversión de esos códigos a información comprensible es automática al conocer las equivalencias. Sin embargo al intentar compartir esa información, y debido al carácter local de esos códigos los cuales pueden poseer un significado específico en un sistema determinado, es necesario

transmitir bien la codificación con las equivalencias, ya que en el centro de destino esos códigos pueden significar algo completamente diferente [13].

En la Figura 2.18 se puede ver una representación de las terminologías médicas más relevantes agrupadas por ámbito de la aplicación. Son de consideración particular la Nomenclatura Sistematizada de Medicina – Términos Clínicos (SNOMED - CT), que no se rige a ninguna temática en concreta y el Sistema de Lenguaje Médico Unificado Tesaurus (UMLS Thesaurus) compuesto por la agregación de varias terminologías [15]. Asimismo, la funcionalidad de los conjuntos de referencia cruzada, mapeos, permite establecer una equivalencia entre diferentes términos de la terminología SNOMED – CT hacia otros vocabularios controlados. Gracias a esta funcionalidad, se puede utilizar SNOMED – CT como terminología de referencia.

La Organización Internacional de Desarrollo de Estándares de Terminología de la Salud (IHTSDO) proporciona unos mapeos ya trabajados para relacionar SNOMED – CT y la Clasificación Internacional de Enfermedades -9 revisión– Modificación Clínica (CIE-9-MC) y Lógico Identificadores de Observación de Nombres y Códigos (LOINC) [15].

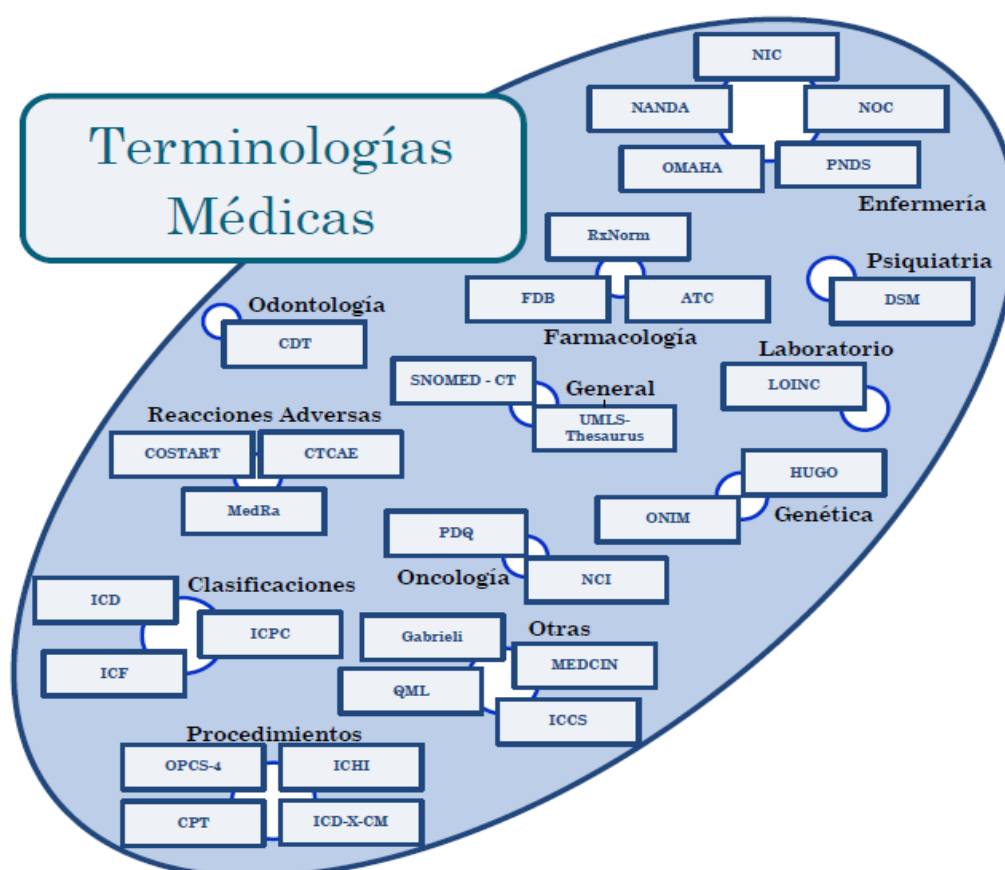


Figura 2.18: Terminologías asociadas por ámbito de aplicación

Fuente: España: Universidad de Zaragoza y Centro Politécnico Superior [13]

Para conseguir que los datos clínicos almacenados en una tarjeta inteligente sea un sistema interoperable, se tendrá que amoldar a una serie de requerimientos marcados por organismos de normalización o estandarización y se deberá adoptar terminologías comúnmente aceptadas.

La finalidad principal de los Sistemas de Información Sanitaria es la de facilitar la toma de decisiones en cada uno de los ámbitos de uso de los mismos. Para ello, se hace necesario que estén sustentados en definiciones, normas y criterios que garanticen la obtención de datos homologables sobre la salud y los sistemas sanitarios, lo cual exige la adopción de sistemas de clasificación aceptados y validados para sus distintas finalidades.

La formulación de dichas definiciones, normas, unidades o reglas, que establecen un lenguaje común, son los elementos que subyacen bajo el concepto de normalización. La normalización redundante en una mayor exactitud, fiabilidad, eficiencia y comparabilidad de la información sanitaria [27].

Entonces se observa la importancia de usar vocabularios que permitan la interoperabilidad semántica en temas de salud con lo cual se logra [27]:

- Aumentar la seguridad y calidad de atención de los pacientes.
- Asegurar la precisión de los datos clínicos.
- Reducir la incidencia de los errores médicos.
- Ahorro de costos evitando:
 - Servicios duplicados.
 - Fraudes.
 - Dispensa de medicamentos innecesariamente caros.
- Ahorro de tiempo del prestador de salud (médicos, enfermeras, técnicos, etc.).

2.1.7.2. Estándares de terminología médica

Dentro de todas las áreas del sistema de salud se establecen los siguientes estándares los cuales establecen un vocabulario común controlado y estandarizado:

- Códigos de laboratorio
 - LOINC: Lógico Identificadores de Observación de Nombres y Códigos, conocido como LOINC por sus siglas en inglés, desarrollado por investigadores del Instituto Regenstrief. Códigos LOINC son un conjunto estándar de códigos que se pueden utilizar entre los laboratorios y bases de

datos clínicos. Su función es la de normalizar las descripciones de prueba entre diferentes laboratorios, esto hace que sea más fácil comparar los datos [16].

- Códigos de enfermería
 - NIC: Nursing Interventions Classification, desarrollado por la universidad de Iowa en 1987. Describe los tratamientos que las enfermeras realizan en todas las especialidades [17].
 - NOC: Nursing Outcomes Classification, desarrollado por la universidad de Iowa en 1991. Describe los tratamientos que las enfermeras realizan en todas las especialidades [17].
- Códigos de farmacología
 - MedDRA: Diccionario Médico para las Actividades de Regulación de Drogas, es la terminología que ha sido creada como un diccionario multilingüe, con el fin de permitir que la información médica que se transfiere de un país pueda ser utilizada y procesada en otro país [19].
 - ATC: Sistema de Clasificación Anatómica, La clasificación ATC es un sistema europeo de codificación de sustancias farmacéuticas y medicamentos en cinco niveles con arreglo al sistema u órgano efector y al efecto farmacológico, las indicaciones terapéuticas y la estructura química de un fármaco [20].
- Códigos de diagnósticos y procedimientos
 - CIE-9-MC: Clasificación Internacional de Enfermedades, publicada por la Organización Mundial de la Salud, es una clasificación médica de enfermedades, sus indicios y síntomas asociados, que se utiliza a menudo para asignar códigos de diagnóstico y procedimiento [21].
 - CIE-10: Clasificación Internacional de Enfermedades décima versión [22].

2.1.7.3. Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)

2.1.7.3.1. Perspectiva Histórica de la CIE-9-MC

En el ámbito clínico, donde las fronteras reales de la actividad sanitaria son siempre más difusas, los sistemas de clasificación se convierten en los límites de referencia para la categorización de los problemas atendidos y su proceso de atención. El tratamiento de la información clínico-asistencial, como es el caso de la contenida en el Conjunto Mínimo Básico de Datos (C.M.B.D), ha encontrado en la Modificación Clínica de la citada Clasificación

Internacional de Enfermedades novena revisión (CIE9MC), el referente de normalización, ya que dicha clasificación incorpora, además de los diagnósticos, una clasificación de procedimientos médicos y quirúrgicos, de causas externas y de la morfología de las neoplasias, lo que permite una mejor adaptación a los requerimientos de la práctica de la medicina clínica [27].

2.1.7.3.2. Características de la CIE-9-MC

La estructura de la CIE-9-MC se rige por una serie de especificaciones que aseguran su compatibilidad con la CIE-9.

La Clasificación de Procedimientos en Medicina fue una novedad importante que se produjo coincidiendo con la publicación de la CIE-9. Hasta entonces, las clasificaciones y procedimientos no habían formado parte de la CIE, aunque sí habían sido publicadas junto con las adaptaciones de las mismas que se habían desarrollado en Estados Unidos [27].

La ICD9CM está organizada en 5 tomos:

- **TOMO I. Índice Alfabético de Enfermedades**

La estructura del índice alfabético de enfermedades es similar a un diccionario organizado de forma alfabética y se divide en tres secciones:

- Sección 1 Índice de Enfermedades y Lesiones.
- Sección 2 Tabla de Fármacos y Químicos.
- Sección 3 Índice Alfabético de Causas Externas.

- **TOMO II. Lista Tabular de Enfermedades**

Contiene a su vez tres clasificaciones:

- Lista tabular de enfermedades (Categorías 001 a 999).
- Clasificación suplementaria de factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios sanitarios (Categorías V01 a V89).
- Clasificación suplementaria de causas externas de lesiones e intoxicaciones (Categorías E800 a E999).
- Procedimientos (00 a 99).
- Morfología Neoplasias (M800 a M999)

- **TOMO III. Índice Alfabético de Procedimientos y TOMO IV. Lista Tabular de Procedimientos**

El Índice Alfabético es un suplemento importante, porque contiene términos de procedimientos que no aparecen en la Lista Tabular. El listado de términos en las categorías de la Lista Tabular no intenta ser exhaustiva, sirve como ejemplos del contenido de la categoría. El índice, sin embargo, incluye la mayoría de los términos actualmente en uso en Estados Unidos. La ordenación alfabética mantiene las mismas características que el Índice Alfabético de Enfermedades. Los términos principales identifican normalmente el tipo de procedimientos realizado más que el sitio anatómico implicado y pueden buscarse por:

- Tipo de procedimiento realizado (incisión, fijación, injerto)
- Epónimos (Nombre propio que designa una técnica).

- **TOMO V. Apéndices**

2.1.7.4. Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos (OPPF)

El Ministerio de Salud (MINSA) a través de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), y el Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos (OPPF) establecen una plataforma informática que brinda información sobre los precios de venta de los medicamentos con Registro Sanitario vigente, y que son comercializados en las Farmacias, Boticas privadas y públicas a nivel nacional. Entonces se observa la necesidad de contar con esta plataforma informática en la base de datos, la cual se encuentra actualizada pudiéndose descargar del sitio web del mismo OP PF. Esta base de datos brinda información acerca de:

- Código del Producto.
- Nombre del Producto.
- Concentración.
- Nombre de la Forma Farmacéutica.
- Nombre de la Forma Farmacéutica Simplificada.

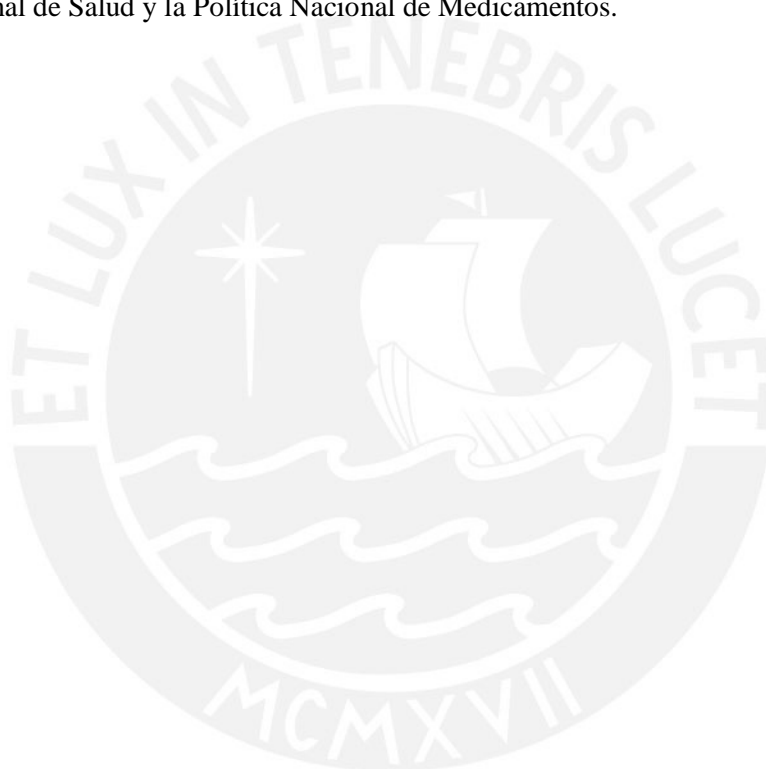
En tal sentido el Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos (OPPF). Brinda una plataforma informática por la cual las farmacias, boticas públicas y privadas de todo el país están obligadas a informar al Ministerio de Salud (Minsa) los precios de venta de sus medicamentos, permitiendo que la población adquiera los productos de su libre elección.

Del mismo modo, se establece que los laboratorios deberán informar sobre el valor de almacén así como el precio máximo, mínimo y mediana del medicamento, en el segmento comercial.

Este observatorio es de carácter social, y reduce la irregularidad de información existente y permite que el ciudadano tome la decisión al momento de adquirir los medicamentos que le prescriban sean genéricos o de marca, y decida así por la oferta que más le convenga [28].

2.1.7.5. Ley de Los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios. (Ley Nro. 29459)

Según Ley N° 29459, de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios, aprobada por el Congreso de la República, se han definido y establecido los principios, normas, criterios y exigencias básicas sobre los productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios de uso en seres humanos, en concordancia con la Política Nacional de Salud y la Política Nacional de Medicamentos.



CAPÍTULO 3: DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE SMART CARD Y PC PARA EL ALMACENAMIENTO DE DATOS CLÍNICOS

3.1. Requerimientos del diseño del sistema

1. Debe ser un sistema simple de utilizar, capaz de ser empleado por cualquier persona con conocimientos básicos de computación.
2. El despliegue de los datos y el orden en que van a ser visualizados debe ser entendible por cualquier profesional de la salud, razón por la cual tienen que basarse en estándares internacionales.
3. La memoria de la smart card debe garantizar el espacio suficiente para almacenar los datos relevantes y críticos que se requieren para una atención o una emergencia.
4. Además de los datos clínicos, es importante almacenar información del entorno familiar, medios de comunicación, documento de identidad, estado civil, género, dirección y seguros del paciente.
5. La interfaz gráfica de usuario debe permitir la interacción y gestión de los datos almacenados en la smart card.
6. La tarjeta inteligente o smart card seleccionada debe garantizar un tiempo de retención de datos no menor a 74 años; ya que, es el promedio de la esperanza de vida de los peruanos [35].
7. El hardware, que permite la comunicación entre smart card y PC, debe ser portátil; es decir, será ligero, maniobrable con dimensiones y peso adecuados.
8. El hardware debe contar con un soporte para el alojamiento de la smart card del paciente.

3.2. Diagrama de bloques del sistema

En la Figura 3.1 se puede apreciar el diagrama de bloques planteado para llevar a cabo el desarrollo del sistema, el cual está conformado por equipos interconectados tales como: soporte de la smart card, microcontrolador, entre otros. Siendo el microcontrolador el núcleo del sistema por las funciones de lectura-escritura que realiza y permite la comunicación entre el terminal de la tarjeta inteligente con la PC.

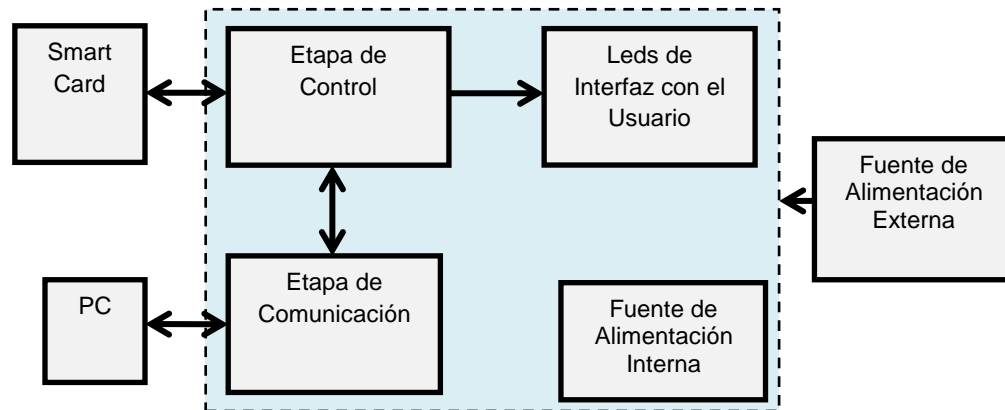


Figura 3.1: Diagrama de bloques

Fuente: Elaboración propia

3.3. Datos clínicos a incluir en la tarjeta inteligente

Los datos clínicos basados en los estándares, mencionados en el capítulo 2, y en los requerimientos se dimensionarán de acuerdo a los tamaños en bytes mostrados en la Tabla 3.1, los mismos que fueron seleccionados de la experiencia y proyectos realizados en:

- Historias Clínicas en Tarjetas Inteligentes realizado en la universidad de la República de Uruguay [30].
- Diseño e Implementación de un Sistema para el Almacenamiento de Historial Clínico en Tarjetas Inteligentes realizado en la universidad de los Andes de Colombia [7].
- Smart Card Technology in U.S. Healthcare de Smart Card Alliance [31].
- Datos clínicos importantes almacenados en la smart card propuesto por health smart card. En la web www.healthsmartcard.net/sample.html

Tabla 3.1: Datos a incluir en la smart card

Datos	Descripción	Bytes	#Reg.	Total Bytes	Tipo de Dato
Tipo de datos: Datos Personal del Paciente					
Fecha de actualización	Fecha de actualización de los datos del paciente	8	1	8	fecha
Nombres	Nombres del paciente	30	1	30	caracteres
Apellidos	Apellidos del paciente	30	1	30	caracteres
DNI	Número de documento de identidad del paciente	8	1	8	entero
Sexo	Código del género del paciente	1	1	1	entero
Fecha de nacimiento	Fecha de nacimiento del paciente	8	1	8	fecha
Estado Civil	Código estado civil del paciente	1	1	1	entero
Departamento	Código del departamento donde vive el paciente	2	1	2	entero
Provincia	Código de la provincia donde vive el paciente	2	1	2	entero
Distrito	Código del distrito donde vive el paciente	2	1	2	entero
Dirección	Dirección del paciente	40	1	40	caracteres
Teléfonos	Teléfono de casa y trabajo del paciente	10	2	20	entero
Celular	Celular del paciente	9	1	9	entero
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Contactos de Emergencia del Paciente					
Número	Número de contacto de emergencia	1	3	3	entero
Nombres	Nombres del contacto de emergencia	25	3	75	caracteres
Apellidos	Apellidos del contacto de emergencia	25	3	75	caracteres
Relación	Parentesco con el contacto de emergencia	15	3	45	caracteres
Teléfono	Teléfono del contacto de emergencia	10	3	30	entero

Celular	Celular del contacto de emergencia	9	3	27	entero
Nota	Alguna nota sobre la ubicación del contacto	30	3	90	caracteres
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Morfología Neoplasias					
Código	Código de la morfología neoplasia	3	4	12	entero
Número	Número de morfología	1	4	4	entero
Fecha	Fecha de diagnóstico	8	4	32	fecha
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Fármacos					
Código	Código del fármaco recetado	4	4	16	entero
Número	Número de fármaco recetado	1	4	4	entero
Fecha	Fecha de receta	8	4	32	fecha
Dosis	Dosis del fármaco	45	4	180	caracteres
Hospital	Código del Hospital donde se receta	5	1	5	entero
Doctor	Código del Doctor	5	1	5	entero
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Enfermedades					
Código	Código de la enfermedad	5	4	20	entero
Número	Número de la enfermedad diagnosticada	1	4	4	entero
Fecha	Fecha de diagnóstico	8	4	32	fecha
Tipo de datos: Procedimientos					
Código	Código del procedimiento	4	4	16	entero
Número	Número del procedimiento	1	4	4	entero
Fecha	Fecha del procedimiento	8	4	32	fecha
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Factores Estado Salud y Contactos Servicio Salud					
Código	Código del factor	5	4	20	entero
Número	Número del factor	1	4	4	entero
Fecha	Fecha de diagnóstico	8	4	32	fecha
Tipo de datos: Causas Externas Lesiones e Intoxicaciones					
Código	Código de la causa	5	4	20	entero

Número	Número de la causa	1	4	4	entero
Fecha	Fecha de diagnóstico	8	4	32	fecha
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Información Hospitalaria y Alergias					
Hospital de preferencia	Código del hospital de preferencia del paciente	5	1	5	entero
Último hospital	Código del último hospital que admitió al paciente	5	1	5	entero
Fecha	Fecha de admisión última	8	1	8	fecha
Doctor	Código del doctor que atendió al paciente	5	1	5	entero
Donador	Si el paciente es o no donador de órganos	2	1	2	caracteres
Sangre	Tipo de sangre del paciente	2	1	2	caracteres
RH	RH del paciente	1	1	1	caracteres
Número	Número de alergia del paciente	1	3	3	entero
Alergia	Alergia del paciente	30	3	90	caracteres
Componente	Componente alérgico	30	3	90	caracteres
Reacción	Reacción alérgica	30	3	90	caracteres
Severidad	Severidad de la alergia	30	3	90	caracteres
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Tipo de datos: Datos del Seguro e Información Adicional					
Código	Código de la agencia aseguradora	4	3	12	entero
Número	Número seguro del paciente	1	3	3	entero
Fecha	Fecha de vigencia del seguro	8	3	24	fecha
Tipo de Seguro	Tipo de seguro que presenta el paciente	40	3	120	caracteres
Póliza	Número de póliza del paciente	20	3	60	entero
marcapaso	Si el paciente tiene marcapaso	2	1	2	caracteres
Información	Información acerca del marcapaso	45	1	45	caracteres
Válvula	Si el paciente tiene válvula implantada	2	1	2	caracteres
Información	Información acerca de la válvula	45	1	45	caracteres

Dispositivo	Si el paciente tiene algún dispositivo implantado	2	1	2	caracteres
Información	Información acerca del dispositivo implantado	45	1	45	caracteres
Datos llenos	Si tiene datos almacenados	2	1	2	caracteres
Operario	Operario quien actualizó los datos del paciente	15	1	15	caracteres
Hora	Hora en que se realizó la última actualización	8	1	8	fecha
TOTAL	-	-	-	1806	-

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

#Reg. : Es el número de veces que se repite el tipo de dato a registrar en la smart card.

Se observa en la Tabla 3.1, que la capacidad de almacenamiento en la memoria de la smart card no deberá ser menor a 1806 Bytes o 15K-bit

3.4. Diseño del hardware de la interfaz de comunicación entre smart card y PC

3.4.1. Smart Card

Dentro de los requerimientos que deberá cumplir la tarjeta, el costo será un factor importante para la decisión, sin embargo el objetivo básico de este proyecto es almacenar los datos clínicos más importantes, razón por la cual otro requerimiento importante debe ser el tamaño de la memoria, la cual debe permitir almacenar un conjunto de datos representativo del historial médico del paciente.

Requerimientos

1. Bajo costo.
2. Suficiente memoria de almacenamiento. Según la Tabla 3.1, descrita anteriormente, no menor a 15K-bit
3. Posibilidad de importarlas, porque en el mercado peruano no es posible encontrarlas.
4. Tiempo de retención de datos no menor a 74 años, esperanza de vida de los peruanos [35].
5. Resistencia de borrado y escritura no menor a 1,000,000 ciclos.
6. Bajo consume de energía.

Alternativas de selección

En la Tabla 3.2, se muestran algunas características relevantes entre dos tarjetas inteligentes, posibles de importar, que se adecúan al sistema propuesto en la presente tesis.

Tabla 3.2: Datos técnicos de las tarjetas inteligentes IS24C16A y SLE4428

Características	PARALLAX	FUTURLEC
Código	IS24C16A	SLE4428
Precio Web	\$ 1.29	\$ 1.20
Precio de importación (por 6 unid)	\$ 4.00	\$ 3.72
EEPROM	16K-bit	8K-bit
Retención de datos	100 años	10 años
Ciclos de borrado y escritura	1 000 000	10 000
Comunicación	transmisión síncrona	transmisión síncrona
Alimentación de corriente	3mA	3mA
Alimentación de voltaje	5V	5V

Fuente: Elaboración propia

Criterio de selección

Se seleccionó la tarjeta IS24C16A de PARALLAX por las siguientes razones:

1. Posee un tiempo de retención de datos de 100 años, cumpliendo el requerimiento del promedio de vida de los peruanos que es de 74 años [35].
2. Posee la suficiente memoria EEPROM, 16K.bit, para almacenar los 1806 Bytes de datos clínicos mencionados en la Tabla 3.1.
3. Su costo accesible es de \$ 1.29, el cual disminuirá considerablemente por la compra de una mayor cantidad de Smart Cards, lo cual permitirá que cuando se comercialice el sistema, las podrá adquirir un amplio porcentaje de la población peruana.

En la Figura 3.2 se puede observar la tarjeta seleccionada de dimensiones: 6.35 x 7.62 cm, el mismo tamaño del documento de identidad. Así mismo, la comunicación con esta tarjeta se realiza a través de una interfaz serial síncrono y un protocolo I2C, que permite realizar las operaciones de lectura y escritura por medio de un bus del tipo Two Wire, en el cual se utilizan solo dos pines, los cuales se observan en la Figura 3.3.



Figura 3.2: Modelo de la tarjeta
Fuente: Integrated Silicon Solution, Inc [14]

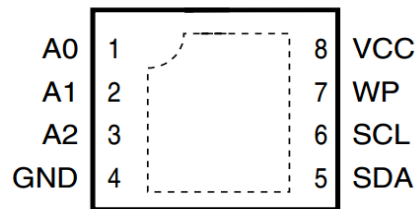


Figura 3.3: Distribución de pines
Fuente: Integrated Silicon Solution, Inc [14]

En la Tabla 3.3 se puede observar la definición de los pines.

Tabla 3.3: Descripción de los pines del chip integrado

Pines	Descripción
A0 - A2	Direcciones de entrada
SDA	PIN Serial Address entrada/salida de datos
SCL	PIN Serial Clock de entrada
WP	PIN de protección contra escritura
Vcc	Fuente de Alimentación
GND	Tierra

Fuente: Elaboración propia

Como se necesitará un encaje para la tarjeta inteligente y un medio de contacto para sus pines, se requerirá el uso de un soporte el cual sirva como medio físico para la comunicación y alimentación de la tarjeta.

El soporte seleccionado es el que se muestra en la Figura 3.4, el cual es fabricado por la misma empresa de dónde se importa la tarjeta.



Figura 3.4: Soporte para smart card
Fuente: Integrated Silicon Solution, Inc [14]

3.4.2. Etapa de control y comunicación con la PC

Para la implementación de la interfaz lector/escritor de la smart card se requiere elegir el microcontrolador adecuado, que se encargará de la transferencia de datos entre el terminal de la tarjeta inteligente y la PC, el cual debe cumplir los siguientes requisitos:

Requerimientos

- Bajo costo.
- Bajo consumo de potencia.
- Comunicación I2C.
- Comunicación serial incorporada.
- Permitir reprogramación.
- Disponibilidad inmediata de los componentes.

Alternativas de Selección

Microcontroladores de Microchip (PIC): Son muy populares debido a su bajo costo, múltiples aplicaciones en proyectos de mediana envergadura, un número reducido de instrucciones y versatilidad de programación por la estructura interna del lenguaje máquina. Entre las características principales se puede mencionar que posee una arquitectura tipo Harvard, además contiene periféricos como: conversor análogo digital, temporizadores, interrupciones, comunicación serial, puertos de E/S, soporte para USB entre otros. Es posible encontrar información y soporte vía Web [34].

Microcontroladores Atmel: Son también populares debido a su gran número de variantes y aplicaciones. Cuenta con arquitectura Harvard y periféricos como interrupciones, conversor análogo-digital, temporizadores, puertos de E/S, memoria SRAM y memoria EEPROM, dispositivos con comunicación inalámbrica en algunos casos, etc. Existen diversos entornos para programar estos integrados, como por ejemplo Visual Studio ó VMLAB [34].

Microcontroladores Philips: Estos microcontroladores cuentan con periféricos de E/S PWM, comunicación serial, temporizadores. Tienen altas prestaciones, bajo consumo de potencia y un costo relativamente económico [34].

Microcontroladores Intel: Es el mayor productor de circuitos integrados a nivel mundial. Se conoce principalmente por su producción de procesadores x86 de computadoras. Es idónea para aplicaciones sencillas en las cuales se use comunicación serial, poca memoria SRAM y memoria ROM [34].

Microcontroladores Freescale: Formada en el año 2004 a partir de su división de Motorola. Se fabrican microcontroladores de 8 y 16 bits y muchas otras variantes que tienen aplicaciones industriales, de consumo, etc [34].

En la Tabla 3.4, se muestra una comparación entre microcontroladores que se encuentran en el mercado y que se adecúan con el desarrollo del sistema.

Tabla 3.4: Datos técnicos principales de microcontroladores

Características	PIC16F876	PIC16F877	PIC16F877A	PIC18F4550	PIC18F2550	Atmega8	Atmega8U2
Voltaje de alimentación	2 - 5.5 V	2 - 5.5 V	2 - 5.5 V	2 - 5.5 V	2 - 5.5 V	2.7 - 5.5 V	2.7 - 5.5 V
Comunicación USART	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Comunicación USB	No	No	No	Si	Si	No	Si
Módulo I2C	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
Número de instrucciones	35	35	35	75	75	130	130
Memoria SRAM	368 bytes	368 bytes	368 bytes	2 KB	2 KB	1 KB	0.5 KB
Memoria Flash	8 KB	8 KB	8 KB	24 KB	32 KB	8 KB	8 KB
Frecuencia de reloj	0 - 20 MHz	0 - 20 MHz	0 - 20 MHz	0 - 48 MHz	0 - 48 MHz	0 - 16 MHz	0 - 16 MHz
Número de puertos I/O	22	33	33	35	24	23	22
Costo (S/.)	14	15	12	32	32	10	55

Fuente: Elaboración propia

Criterio de selección

Se considera utilizar el microcontrolador PIC16F877A para el desarrollo del sistema, porque cuenta con los requisitos técnicos necesarios y deseables, además se posee dominio en el manejo y programación de dicho microcontrolador. Por otro lado, para una producción a gran escala, que es el fin de este proyecto, es más accesible conseguir este microcontrolador en el mercado peruano, en comparación a un Atmega8, el cual resultaría más caro importarlo. Asimismo, posee una mayor cantidad de pines lo cual permitirá una mayor flexibilidad para implementaciones futuras.

En término de costo, es más accesible implementar la interfaz con el microcontrolador seleccionado y un cable serial-USB, cuyo costo es de S/. 13.00, que con un microcontrolador que tenga el módulo USB incorporado.

En velocidad de transmisión, si bien la velocidad de USB2.0 es mayor en comparación al cable serial-USB, esta diferencia no es notoria ya que se maneja una cantidad de datos de 2 KB; si se tratase de gigabytes se notaría la gran diferencia.

Como se realizarán conversiones de señales TTL a RS232 necesarias para la transmisión de datos, se requerirá el uso de una pequeña etapa de acondicionamiento integrada a esta etapa de control, por lo que se muestran las siguientes alternativas:

MAX232: Este integrado se encarga de convertir señales de tipo TTL a RS232 y viceversa. Necesita la conexión de condensadores para trabajar correctamente.

Circuito conversor: Este circuito también tiene la capacidad de convertir señales TTL a RS232, usando componentes discretos y la corriente de la computadora para generar señales RS232. Este circuito se observa en la Figura 3.5.

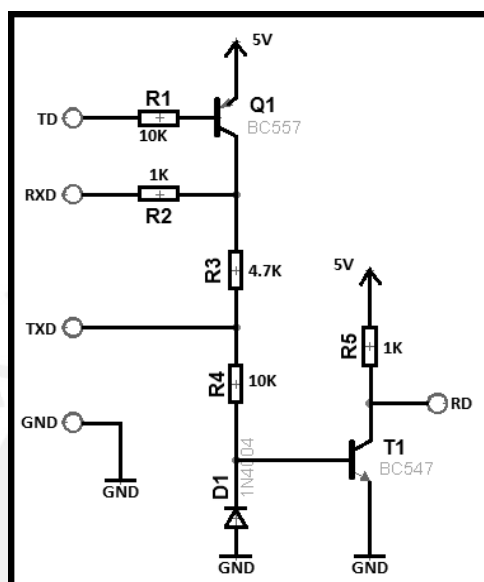


Figura 3.5: Circuito alternativo para conversión de señales TTL a RS232

Fuente: Diseño de un módulo de placa orificio para la planta térmica del laboratorio de energía de la PUCP [34]

Criterio de selección

Debido a la sencillez de uso del MAX232 y a la experiencia de uso en proyectos relacionados a comunicación serial, se elegirá trabajar con este integrado.

Diseño del circuito de control

El circuito de control está conformado por un microcontrolador, PIC16F877A, un conversor de voltaje MAX232 y un soporte, para la smart card. Los tres dispositivos están alimentados con +5V y GND.

El pulsador ubicado en el pin MCLR/Vpp, a través de una resistencia colocada en “pull-up”, tiene como objetivo reiniciar el microcontrolador en caso sea necesario.

Los capacitores C3,C4,C5,C6 están colocados debido a que este requerimiento está mencionado en la hoja de datos del integrado MAX232, asimismo el condensador C7 tiene por objetivo desacoplar señales que pueden introducir ruido en los pines de alimentación.

El tipo de oscilador es 4MHz, porque garantiza precisión, es comercial y de bajo consumo de potencia. Internamente esta frecuencia es dividida por cuatro, lo que hace que la frecuencia efectiva de trabajo sea de 1MHz, por lo que cada instrucción se ejecuta en un microsegundo. El cristal debe ir acompañado de dos condensadores, de 22pF, y se conecta en los pines 13 (OSC1) y 14 (OSC2).

A la entrada RB0/INT, del microcontrolador, va conectado la salida del soporte de la smart card, pin CD, a través de una resistencia, para habilitar la interrupción que indicará si la tarjeta inteligente está insertada o no. Las salidas RB1, RB2 y RB3 se conectan leds informativos que indican si el sistema está operativo, procesando y si tiene la smart card insertada, respectivamente.

A las entradas SDA y SCL, del microcontrolador, van conectadas las salidas del soporte de la smart card I/O y CLK, respectivamente. En la Figura 3.6 se observa el diagrama esquemático del circuito de control.

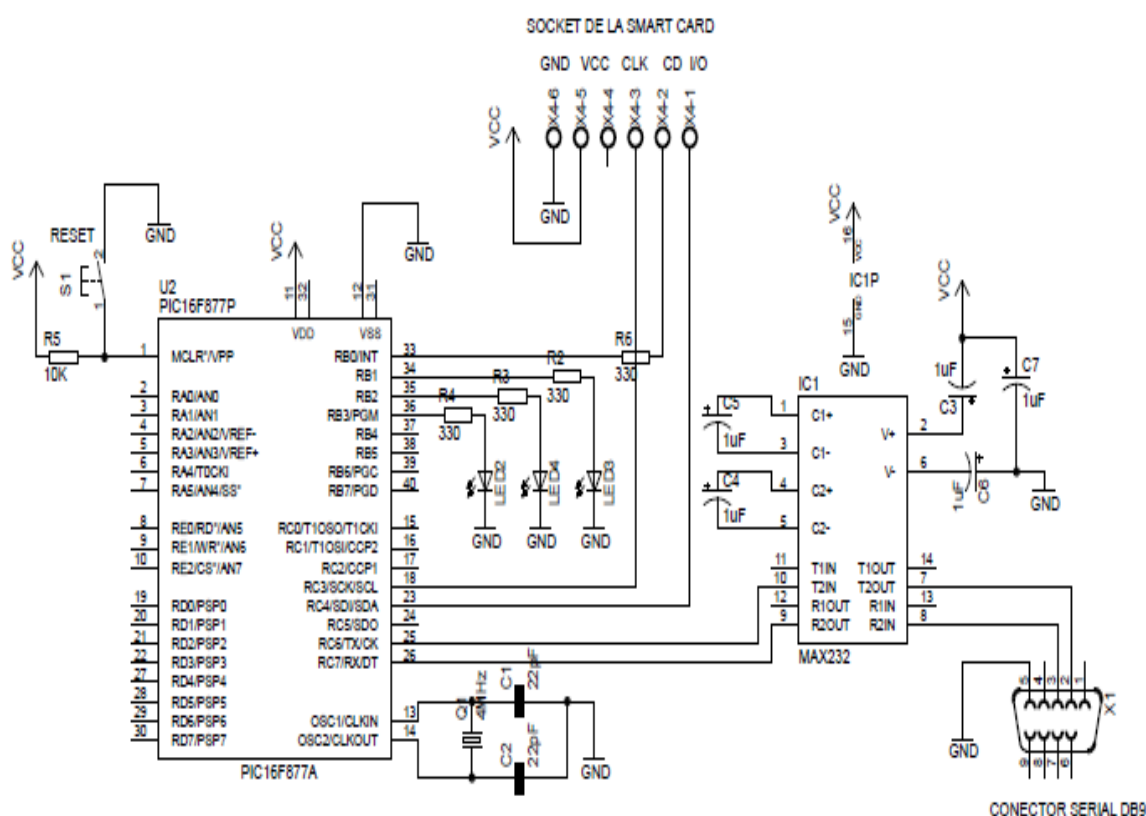


Figura 3.6: Diagrama esquemático del circuito de control

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Fuente de la alimentación

El requerimiento que se debe tener en cuenta es el de entregar la energía necesaria a todo el circuito de control. En la Tabla 3.5 se detalla los componentes a usar indicando su voltaje, corriente y potencia de consumo.

Tabla 3.5: Consumo de potencia de los componentes

Componente	Voltaje [V]	Consumo máximo [mA]	Potencia [mW]
PIC16F877A	5	9.95	49.75
MAX 232	5	8.98	44.9
SOPORTE DE LA SMART CARD	5	5.74	28.7
LED + Resistencia	5	9.32	46.6
TOTAL		33.99	169.95

Fuente: Elaboración propia

El diseño considera el uso de rectificador de media onda, como se muestra en la Figura 3.7, debido al bajo consumo de corriente requerido por el circuito diseñado. Se empleará las curvas de Schade y sus correspondientes ecuaciones para el diseño de la etapa de rectificación y filtro de la fuente de alimentación [36]. Además se requerirá un transformador para la alimentación del regulador. Usando los datos de la Tabla 3.5 para los cálculos, una resistencia de secundario de 3 ohmios y una frecuencia de trabajo de 60Hz.

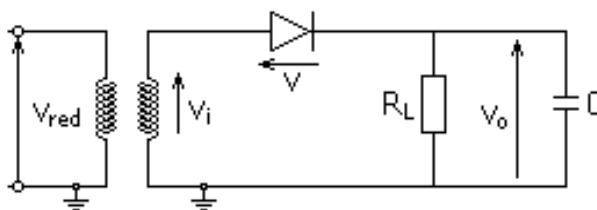


Figura 3.7: Fuente de Alimentación

Fuente: Elaboración propia

$$V_c(\text{DC}) = 6\text{V}, V_{\text{rizado}} = 1\text{V}, I_o = 100\text{ mA},$$

$$rf = \frac{V_{\text{rizado}} * 100\%}{V_c(\text{DC}) * 2\sqrt{2}} = \frac{1 * 100\%}{6 * 2\sqrt{2}} = 5.9\% \text{ (Factor de rizado),}$$

$$R_L = \frac{V_c(\text{DC})}{I_o} = \frac{6\text{V}}{106\text{mA}} = 56.6\Omega,$$

$R_s = 3\Omega$, (Resistencia de secundario);

$$\frac{R_s}{R_L} = 5.3\%, \text{ de las curvas de Schade: } wCRL = 25,$$

$$C = \frac{25}{2\pi * f * R_L}$$

$$C = \frac{25}{2\pi * 60\text{Hz} * 56.6} = 1171.6 \mu\text{F} \text{ (1200 } \mu\text{F valor comercial),}$$

$$\text{Luego, de las curvas de Schade : } \frac{V_c(DC)}{V_m} = 0.75, \text{ por tanto } V_m = 8V,$$

$$I_f(\text{promedio}) = 100\text{mA},$$

$$I_f(\text{rms}) = 2.4 * 100\text{mA} = 240\text{mA}, \text{ (de las curvas de Schade)}$$

$$I_f(\text{pico}) = 6.3 * 100\text{mA} = 630\text{mA}, \text{ (de las curvas de Schade)}$$

$$V_s = \frac{V_m + 1}{\sqrt{2}} = \frac{8 + 1}{\sqrt{2}} = 6V,$$

$$\text{Potencia} = V_s * I(\text{rms}) = 6V * 240\text{mA} = 1.44\text{VA},$$

Una vez obtenidos los valores de diseño de la fuente de alimentación, se muestra en la Figura 3.8, el diagrama esquemático de alimentación del circuito de control. Se muestra tanto la fuente diseñada y la batería de 6V, que es la fuente de alimentación opcional de no disponer de una toma de corriente.

Los diodos D1 y D2 son de protección si ambas fuentes se encuentran conectadas.

El regulador Low DropOut LM2940T5.0, el cual fija el voltaje de salida para suministrar 5V al circuito de control. Este regulador posee un sistema de protección para corte del suministro de energía por aumento de temperatura, dando un rango de operación segura, brindando protección al sistema frente a cambios de voltaje de la red eléctrica o cualquier elemento que se use como alimentación. También limita el paso de corriente en caso de corto circuito, disminuyendo la probabilidad de dañar algún componente del circuito de control.

Los condensadores C1 y C2, con los valores indicados en la Figura 3.8, son los recomendados según la hoja técnica del fabricante [37].

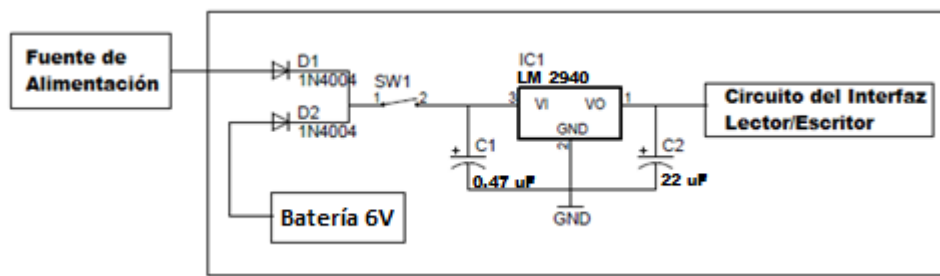


Figura 3.8: Fuente de alimentación

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Diseño del circuito y chasis

En la Figura 3.9 (a) se muestra la tarjeta de circuito impreso que fue implementada para el circuito de control, en la Figura 3.9 (b) y Figura 3.10 se muestra la misma tarjeta con el soporte para la smart card introducida, la cual va colocada por encima del microcontrolador para ahorrar espacio y tamaño.

En la Figura 3.11 se muestra las conexiones del chasis con la tarjeta del circuito impreso, además se puede observar el espacio reservado en la tarjeta para el soporte del encaje de la batería de 6V.

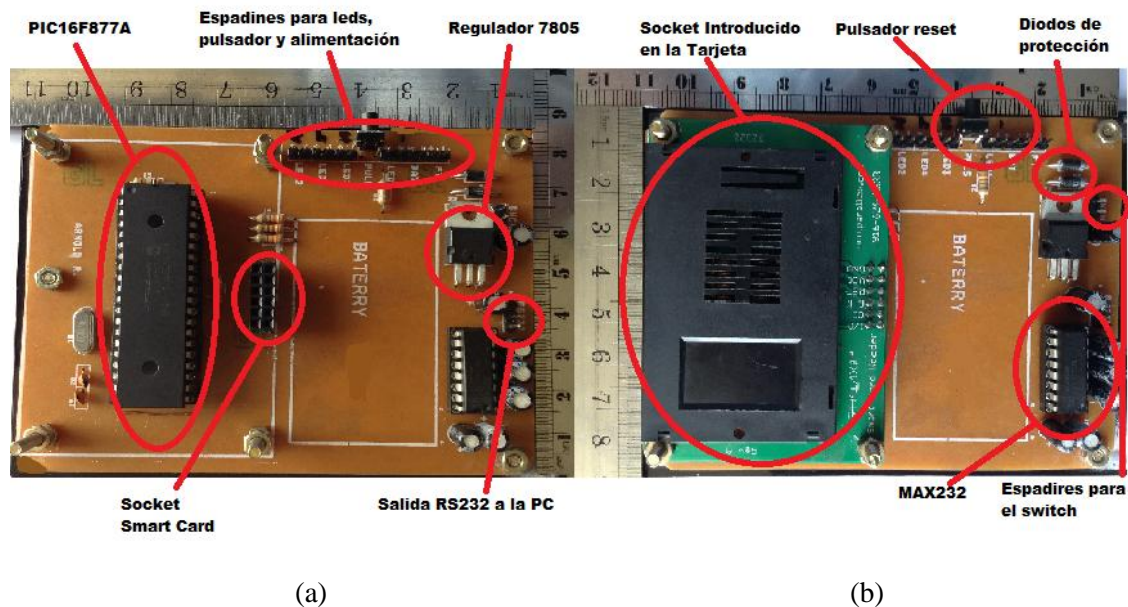


Figura 3.9: (a) Tarjeta del circuito de control (b) Tarjeta con soporte para la smart card

Fuente: Elaboración propia

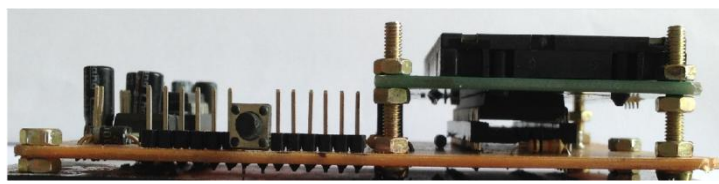


Figura 3.10: Tarjeta del circuito de control con soporte para la smart card

Fuente: Elaboración propia

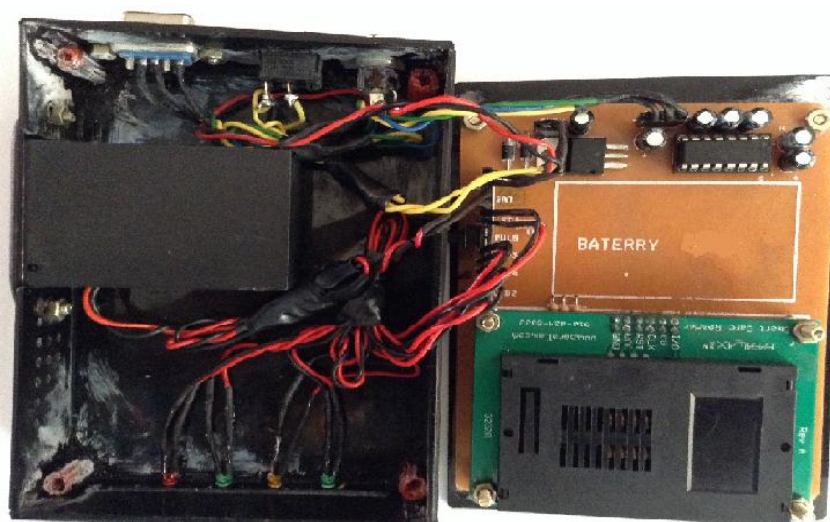


Figura 3.11: Chasis y tarjeta de la interfaz lector/escritor

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.12 se muestra los leds informativos y la altura del chasis de la interfaz lector/escritor.

En la Figura 3.13 (a) se muestra las dimensiones del chasis y en la Figura 3.13 (b) se muestra las partes de la interfaz lector/escritor para la comunicación con la PC, alimentación externa, alimentación por batería y switch on/off.



Figura 3.12: Leds informativos de la interfaz lector/escritor

Fuente: Elaboración propia

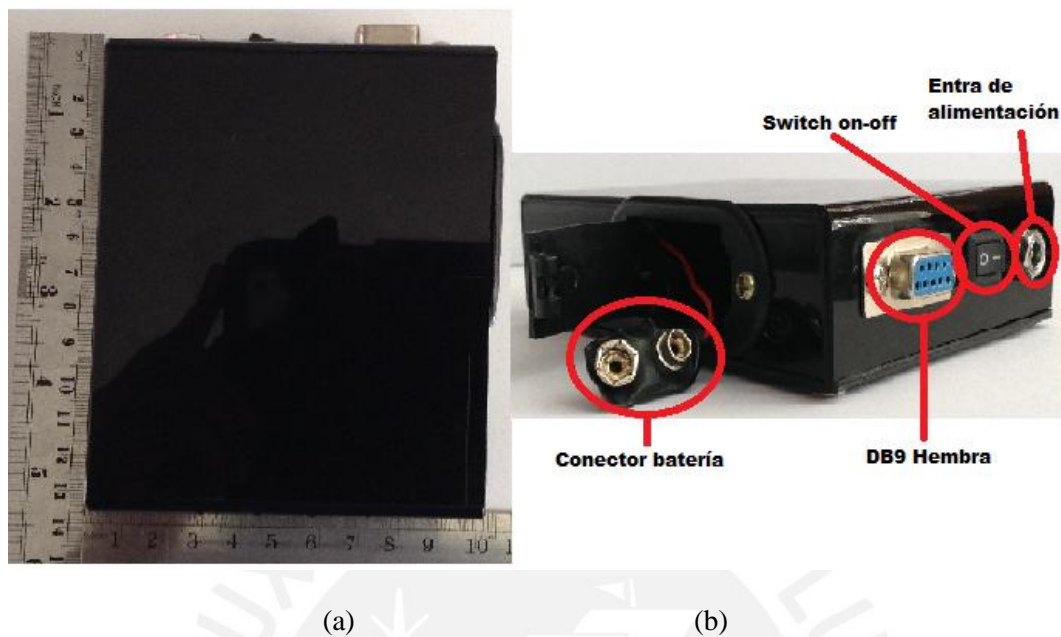


Figura 3.13: (a) Tamaño del chasis (b) Partes del chasis de la interfaz lector/escritor

Fuente: Elaboración propia

3.5. Diseño del software de la interfaz de comunicación entre smart card y PC

3.5.1. Diagrama de flujo de la aplicación

En la Figura 3.14 (a) se muestra el diagrama de flujo de la atención al paciente y en la Figura 3.14 (b) se muestra el diagrama de flujo del administrativo, en donde se indican el acceso a información que tendrán los siguientes usuarios al sistema: personal de admisión, asistente del especialista en salud y administrador del sistema, y el flujo del funcionamiento del uso de la aplicación y atención al paciente. Se describe el diagrama de la aplicación que permite leer y escribir datos en la smart card, y que se enlaza con la base de datos, ya que la aplicación que permite sólo lectura sigue la misma lógica sin la opción de poder escribir ni enlazar con la base de datos.

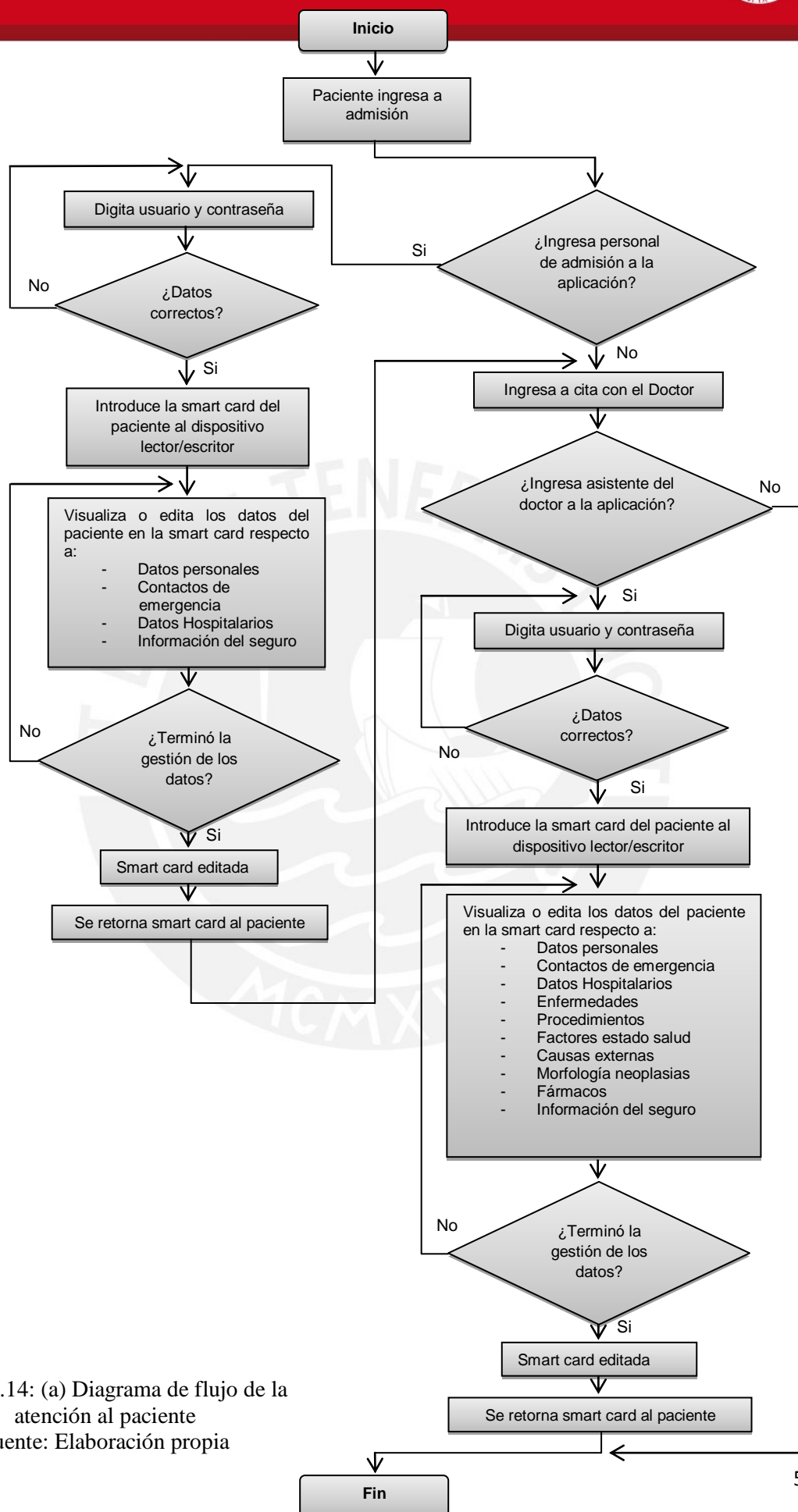


Figura 3.14: (a) Diagrama de flujo de la atención al paciente
Fuente: Elaboración propia

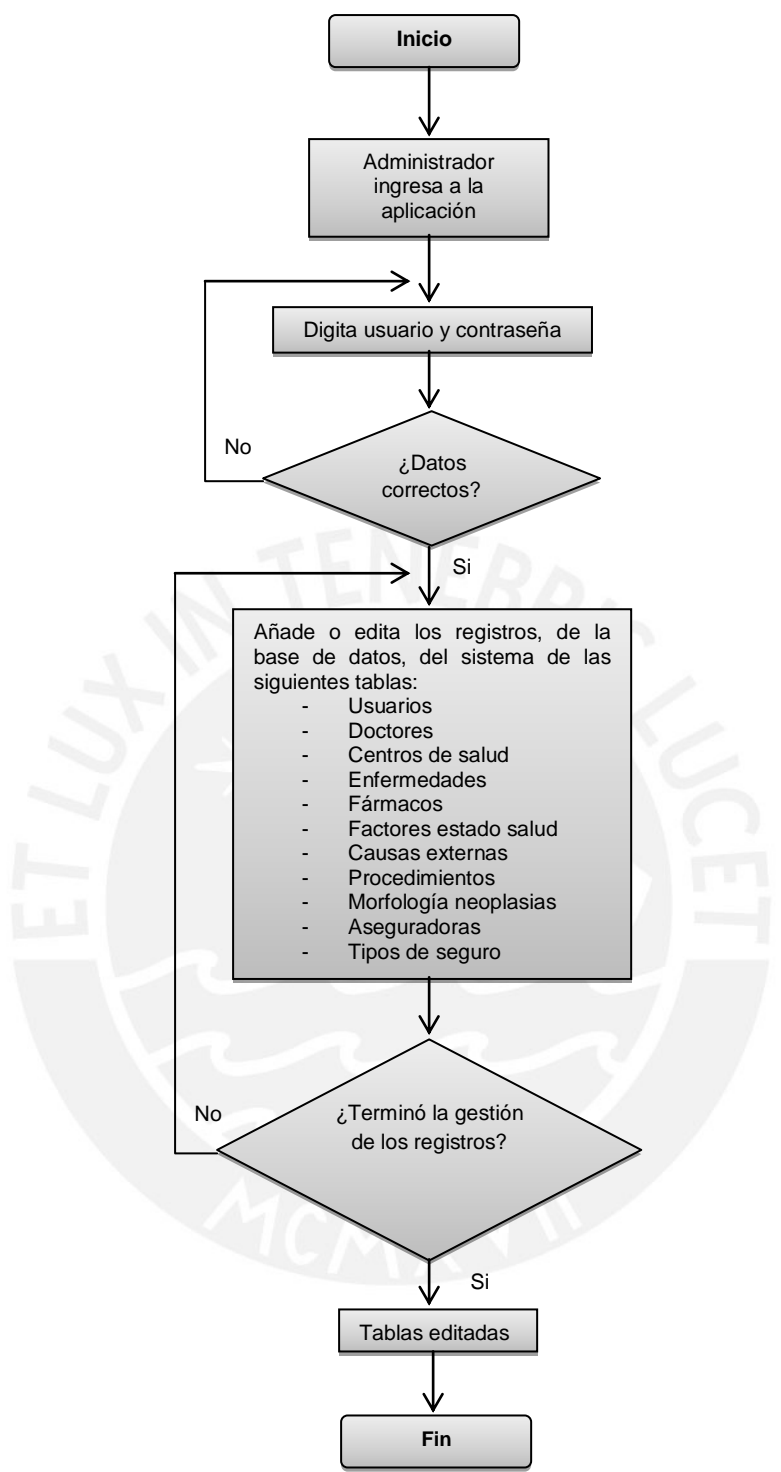


Figura 3.14: (b) Diagrama de flujo del administrativo
Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Programación del microcontrolador

El lenguaje usado para la programación será el lenguaje C y el programa a utilizar es el MPLAB IDE v8.10. A continuación, en la Figura 3.15 se muestra el diagrama de flujo del programa principal.

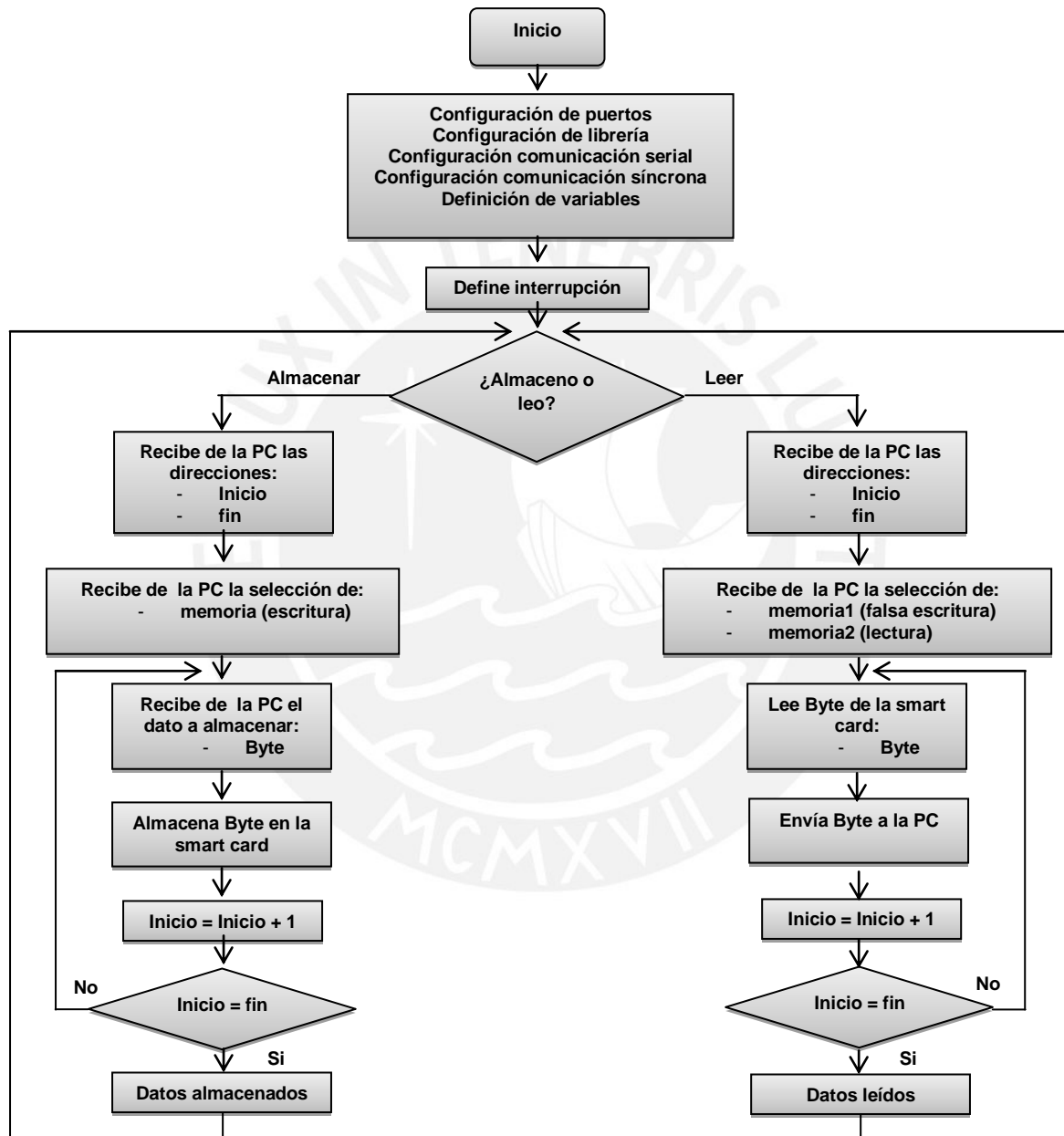


Figura 3.15: Diagrama de flujo del programa principal

Fuente: Elaboración propia

El programa principal evalúa en todo momento si es que se desea almacenar o leer los datos en la smart card. Ambas tareas son realizadas en un lazo infinito. Al inicio se realiza la configuración de los puertos, la comunicación serial, la comunicación síncrona y la librería; también se define las variables y la interrupción.

Si se desea almacenar, se recibe de la PC las direcciones de “inicio” y “fin”, cada una con valores enteros entre 0 y 255 (cada dirección almacena un byte), seguido se recibe de la PC la “memoria” que representa:

- 4 primeros bits, 1010, siempre se envían los mismos bits por indicación de la hoja técnica [14].
- 3 bits que seleccionan uno de los ocho blocks de 256 bytes de la memoria EEPROM de la smart card
- 1 bit, con valor 0, que indica la acción de escritura

Finalmente se recibe de la PC el “Byte”, que es el dato a almacenar, se ejecuta la subrutina “almacena byte en la smart card”, se incrementa una unidad la dirección “inicio” y se evalúa si “inicio” es igual a “fin”, con lo cual indicaría que se almacenó todos los datos; caso contrario, se recibe el siguiente Byte de la PC para almacenar en la smart card.

Por el contrario si se desea leer, igualmente se recibe las direcciones de “inicio” y “fin”, seguido se recibe dos memorias: “memoria1”, la cual representa una falsa escritura para apuntar a la dirección de memoria que se desea leer, y la “memoria2”, la cual modifica solamente el último bit a 1, que indica la acción de lectura. Finalmente se ejecuta la subrutina “lee Byte de la smart card”, se envía a la PC el Byte, se incrementa una unidad la dirección “inicio” y se evalúa si “inicio” es igual a “fin”, con lo cual indicaría que se leyeron todos los datos; caso contrario, se lee el siguiente byte, de la smart card, para enviarlo a la PC.

En la Figura 3.16 se muestra el diagrama de flujo de la interrupción externa, la cual sirve para encender un led que indica la presencia o no de la smart card introducida en el soporte, para esto, se evalúa el pin RB0/INT del microcontrolador, ante un cambio de estado.

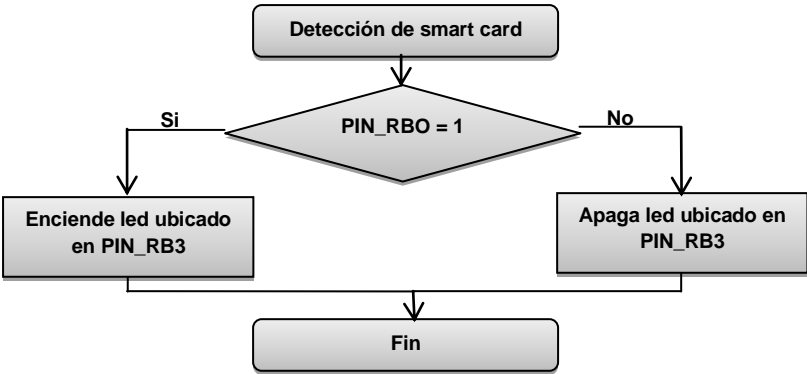


Figura 3.16: Subrutina de interrupción externa

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.17 (a) y Figura 3.17 (b) se muestran los diagramas de flujo de las subrutinas de “almacena Byte en la smart card” y “lee Byte de la smart card”

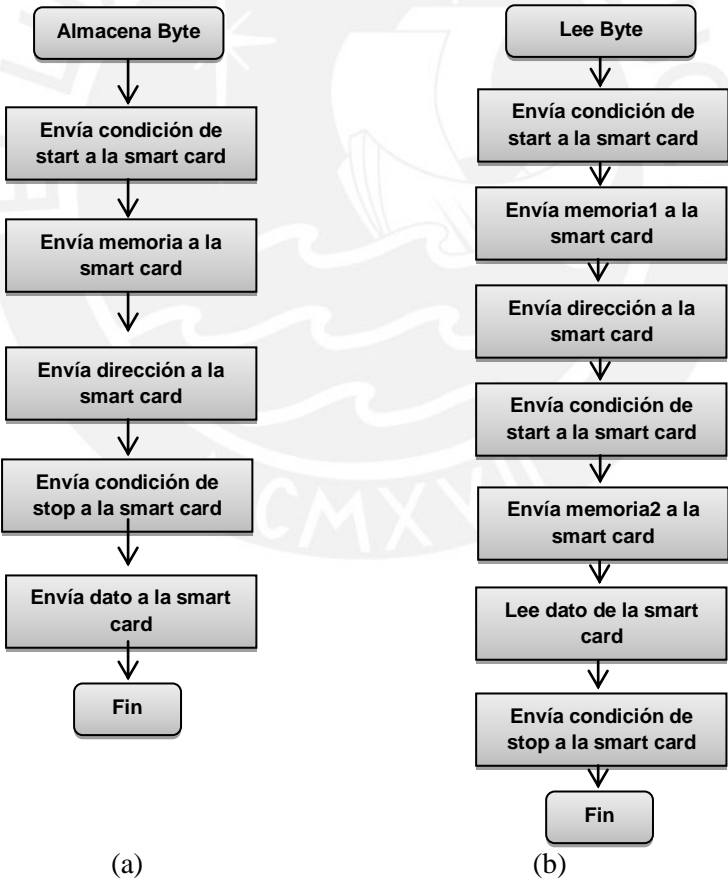


Figura 3.17: (a) Subrutina almacena byte en la smart card, (b) Subrutina lee byte de la smart card

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Base de datos

El sistema contará con una plataforma de base de datos para poder guardar información de los usuarios, almacenar tablas de consulta y como soporte de datos de los pacientes.

Base de datos relacionales

Una base de datos relacional cumple con el modelo relacional; es decir, es un conjunto de datos que están almacenados en tablas, entre las cuales se establecen unas relaciones para manejar los datos de una forma eficiente y segura. Es el modelo más utilizado en la actualidad para implementar bases de datos ya planificadas.

Requerimientos

1. Plataforma de base de datos libre.
2. Sistema de gestión de base de datos multiusuario.
3. Base de datos relacionales.
4. Cuidar la integridad de los datos almacenados.
5. Alto rendimiento para la aplicación a desarrollar.
6. Flexibilidad en cuanto a las plataformas disponibles.

Alternativas de selección

MySQL: Es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS), actualmente, la base de datos MySQL se ha convertido en la base de datos de código abierto más popular del mundo gracias a su rapidez, alta confiabilidad y facilidad de uso. Adicionalmente, es una base de datos multiplataforma y la preferida para las aplicaciones de nueva generación basadas en soluciones LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP/Python/Perl). Posee una licencia dual, se puede usar como un producto de código abierto bajo los términos de la licencia GNU (General Public License) o comprar una licencia comercial que viene acompañada de soporte y diversos servicios.

Microsoft SQL Server: Es un sistema gestor de bases de datos relacionales orientado a sistemas medianos y grandes, incluye herramientas para extraer y analizar datos resumidos para el proceso analítico en línea OLAP (Online Analytical Processing), brinda soporte de transacciones, escalabilidad, estabilidad y seguridad. Microsoft SQL Server requiere de un sistema operativo Microsoft Windows, por lo que no puede instalarse, por ejemplo, en servidores Linux.

Oracle: Plataforma de base de datos relacional, bastante estable, tiene gran soporte de transacciones, es escalable y multiplataforma, sin embargo es demasiado costosa.

En la Tabla 3.6 se muestra una comparación de las principales características entre MySQL, SQL Server Express, que es la versión libre, y SQL server

Tabla 3.6: Comparación entre sistemas gestores de bases de datos

Características	MySQL	SQL Server Express	SQL Server
Costo	Libre y de pago	Libre	De pago
Código abierto	Si	No	No
Plataformas	Linux, Windows, FreeBSD, Mac, OS X, Solaris, entre otros	Sólo Windows	Sólo Windows
Límite de tamaño de la base de datos	Limitado por el sistema operativo	10 GB	Limitado por el sistema operativo
Transacciones	Si	Si	Si
Posibilidad de elegir diferentes formas de almacenamiento	Si	No	No
Claves Foráneas	Si	Si	Si
Vistas	Si	Si	Si
Replicación	Si	Limitado	Si

Fuente: Elaboración propia

Criterio de selección

De las características observadas se escoge el sistema de gestión de datos MySQL, debido principalmente por las siguientes razones:

- MySQL es un gestor de base de datos sencillo de usar, seguro y rápido; además es uno de los motores de base de datos más usados en internet y la principal razón es que es gratuito para aplicaciones no comerciales.
- Es un sistema gestor de base de datos relacional.
- Es de código abierto, el código fuente de MySQL se puede descargar y está accesible a la comunidad de usuarios.

MySQL Workbench

MySQL Workbench es un entorno de desarrollo integral (IDE) para desarrollar y administrar bases de datos. Existen dos versiones del software, una es open source (código abierto) y la otra es una versión comercial. En nuestro sistema la versión open source cumple con las funcionalidades necesarias:

- Desarrollo de SQL: permite al usuario conectarse a una base de datos existente, realizar queries, y una administración básica de la base de datos.
- Modelado de datos: es un gestor visual, que permite al usuario diseñar y definir la arquitectura de la base de datos.
- Administración de base de datos: es una interfaz gráfica para administración de la base de datos y del servidor en general, se puede editar archivos de configuración de MySQL, crear nuevos usuarios y si se trabaja con una base de datos local, se puede reiniciar el servicio de MySQL

En el Anexo 1 se muestra la base de datos con las tablas de consulta y soporte para el sistema a desarrollar.

En la Figura 3.18 se muestra el diagrama del esquema relacional (ER), desarrollado en el IDE MySQL Workbench, de las tablas definidas en el Anexo 1.

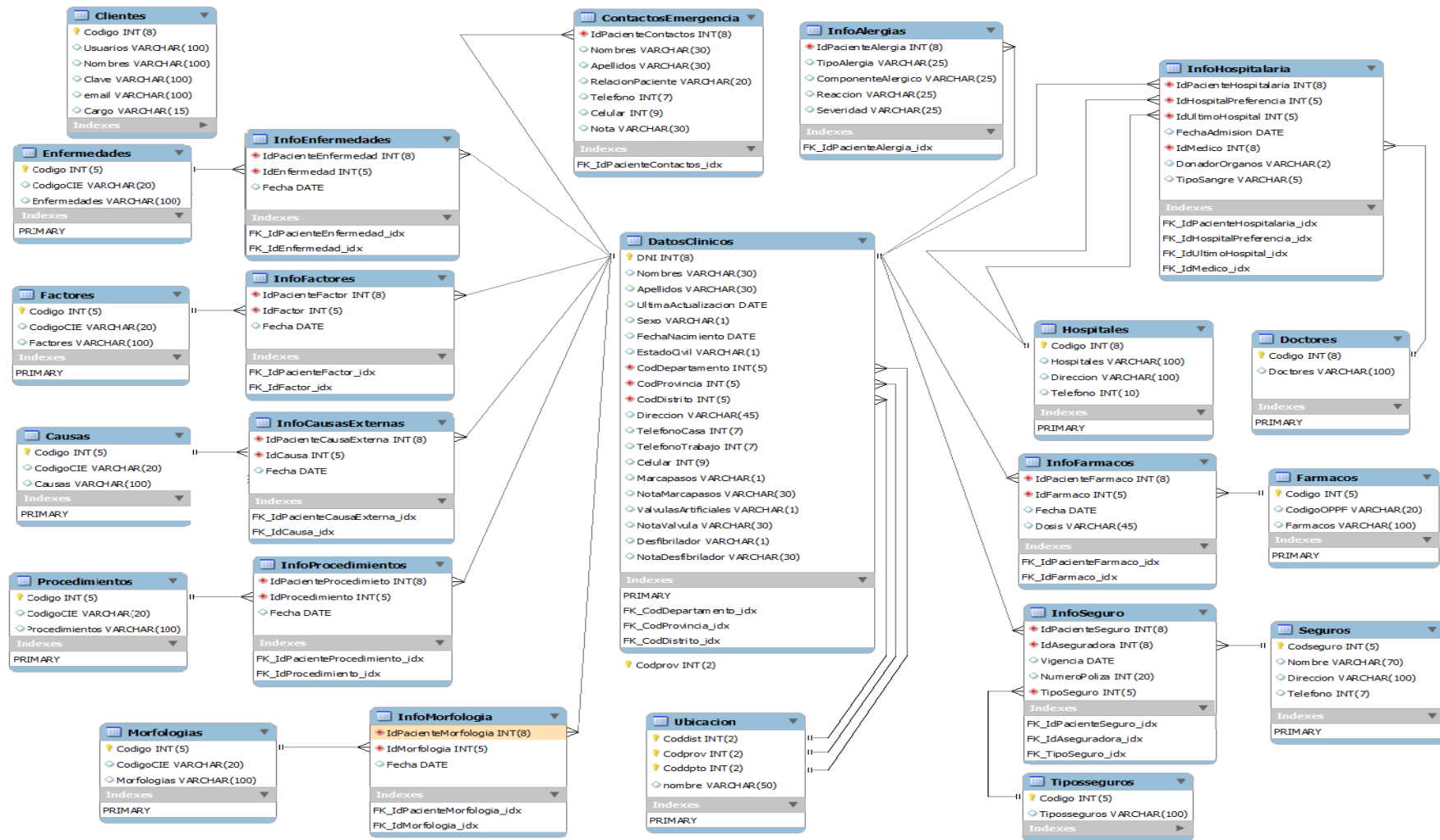


Figura 3.18: Diagrama del esquema relacional (ER)

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. PC e interfaz de usuario

El usuario necesita visualizar, de la mejor manera posible, los datos clínicos almacenados en la smart card, con este propósito se desarrollará una interfaz gráfica de usuario (GUI), con la cual el personal asistencial interactuará con los datos sanitarios del paciente.

Requisitos de la interfaz y PC

- Tener una interfaz gráfica que se amigable al operario, el cual facilite su uso.
- Capacidad para interactuar con la base de datos seleccionada, MySQL.
- La interfaz gráfica de usuario deberá ser compatible con la plataforma Windows, ya que las Instituciones de Salud del Perú operan en esta plataforma, actualmente.
- Cable Serial-USB, para la comunicación entre la PC y la interfaz lector/escritor de la smart card.
- PC con puertos USB 2.0 como mínimo para la comunicación con la interfaz lector/escritor.

Alternativas para la interfaz

Visual Basic: Es un ambiente gráfico de desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Windows. Las aplicaciones están basadas en objetos y son manejadas por eventos, pudiendo incorporar todos los elementos de este entorno informático; además, cuenta con interfaces ODBC (Open Database Connectivity) (conectividad abierta de base de datos) para acceso a bases de datos remotas. En este caso, la versión referida es Visual Basic 6.0. Algunas desventajas:

- Visual Basic 6.0 es un programa basado en objetos, aunque no orientado a objetos como Java. La diferencia está en que Visual Basic utiliza objetos con propiedades y métodos, pero carece de los mecanismos de herencia y polimorfismo propios de lenguajes orientados a objetos como Java.

Java: El lenguaje de programación de java y su plataforma proveen un lenguaje y un ambiente de desarrollo portable, interpretado, de alto rendimiento, simple, orientado a objetos, distribuido, seguro, es independiente de la plataforma de desarrollo y permite acceder a bases de datos fácilmente con JDBC. Algunas desventajas:

- Hay diferentes tipos de soporte técnico para las mismas herramientas, por lo que el análisis de la mejor opción se dificulta.

- El diseño de interfaces gráficas con awt y swing no es simple, pero existen herramientas como el JBuilder que permiten generar interfaces gráficas de manera sencilla, pero tienen un costo adicional; así como otras herramientas.

PHP: Es un lenguaje libre, soporta gran cantidad de base de datos, se integra con bibliotecas externas, es un lenguaje multiplataforma y permite generar documentos PDF. Algunas desventajas:

- Se necesita instalar un servidor web que realiza todo el trabajo y no delega al cliente. Por tanto puede ser más ineficiente a medida que las solicitudes aumenten de número.
- La programación orientada a objetos es aún muy deficiente para aplicaciones grandes.

Criterio de selección

Se eligió el entorno de desarrollo Visual Basic 6.0 ya que cumple con los requerimientos establecidos y por la cantidad de información disponible en manuales y textos de modo que se puede realizar cualquier tipo de aplicación con la única desventaja que los programas que se desarrollan son solo para sistemas operativos como Windows 2000, XP en adelante; Además es posible generar un aplicativo (.exe) el cual sea portable y de fácil acceso al sistema, sin necesidad de instalación ni internet.

Lenguaje de Programación – Visual Basic

Lenguaje de alto nivel, creado por la compañía Microsoft, que está orientado a objetos. Los programas hechos en Visual Basic son creados en un entorno de desarrollo integral (IDE) que permite crear, ejecutar y diseñar convenientemente los programas en Visual Basic.

Conectividad abierta de bases de datos (ODBC)

ODBC por sus siglas en inglés (Open DataBase Connectivity) es un estándar de acceso a las bases de datos. El objetivo de ODBC es hacer posible el acceder a cualquier dato desde cualquier aplicación, sin importar qué Sistema Gestor de Base de Datos (SGDB) almacene los registros. ODBC logra esto al insertar una capa intermedia (CLI) denominada nivel de Interfaz de Cliente SQL, entre la aplicación y el DBMS.

El propósito de esta capa es traducir las consultas de datos de la aplicación en comandos que el SGDB entienda. Para que esto funcione tanto la aplicación como el SGDB deben ser compatibles con ODBC; quiere decir, que la aplicación debe ser capaz de producir comandos ODBC y el SGDB debe ser capaz de responder a ellos.

Diagrama de flujo de la interfaz gráfica de usuario

A la aplicación del presente trabajo de tesis se bautizó como “IdentificaciónSanitaria 1.0 Beta” y el diagrama de flujo de funcionamientos se encuentra en el enunciado 3.5.1. *Diagrama de flujo de la aplicación* del presente capítulo.

En la Figura 3.19 (a) se muestra el diagrama de flujo cuando se desea almacenar datos en la smart card y en la Figura 3.19 (b) se muestra el diagrama de flujo cuando se desea recibir datos de la smart card. Ambos diagramas corresponden en lo que se espera en el diagrama del flujo del programa principal, que se encuentra en el enunciado 3.5.2. *Programación del microcontrolador*.

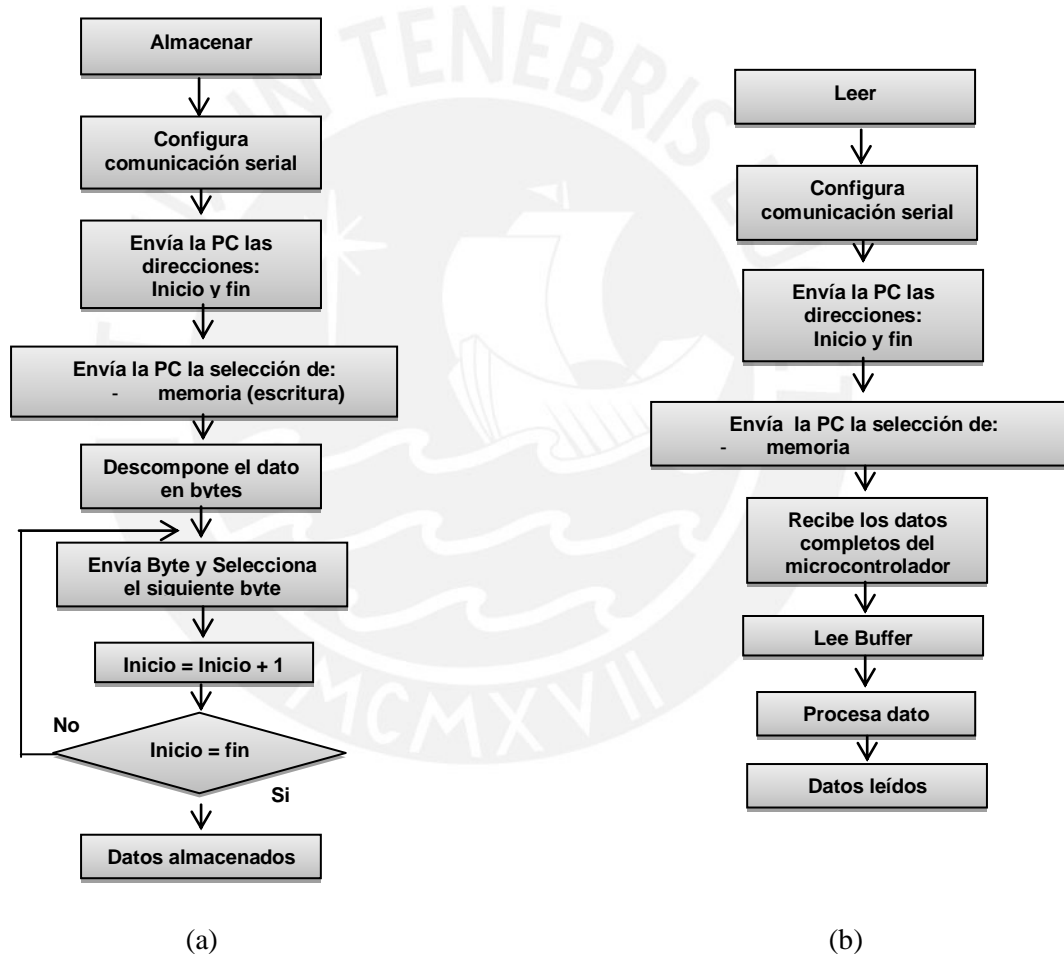


Figura 3.19: (a) Diagrama de flujo para almacenar (b) Diagrama de flujo para leer

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.20 se muestra el diagrama de flujo cuando el usuario: administrador, ingresar un operador nuevo al sistema; primero, se verifica si existe el usuario en la Base de Datos (BD), si no existiera se procede a ingresar los datos del usuario a la BD y a enviar la contraseña del sistema por correo.

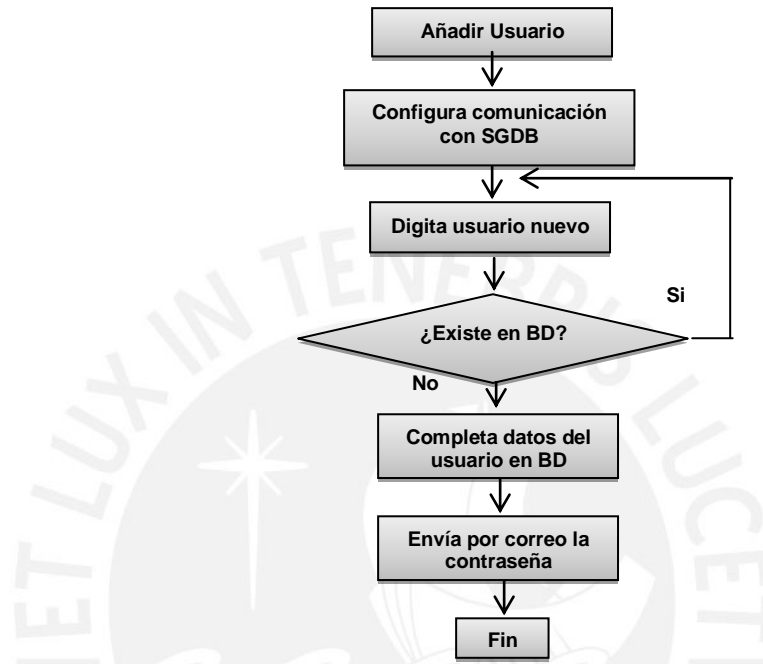


Figura 3.20: Diagrama de flujo para añadir un usuario

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.21 se muestra el diagrama de flujo cuando ingresa un usuario al sistema, se verifica si la contraseña es igual a la enviada por correo cuando se ingresó un nuevo usuario; caso contrario, se verifica según la Base de Datos que tipo de usuario fue el que ingreso al sistema y se abre la ventana correspondiente

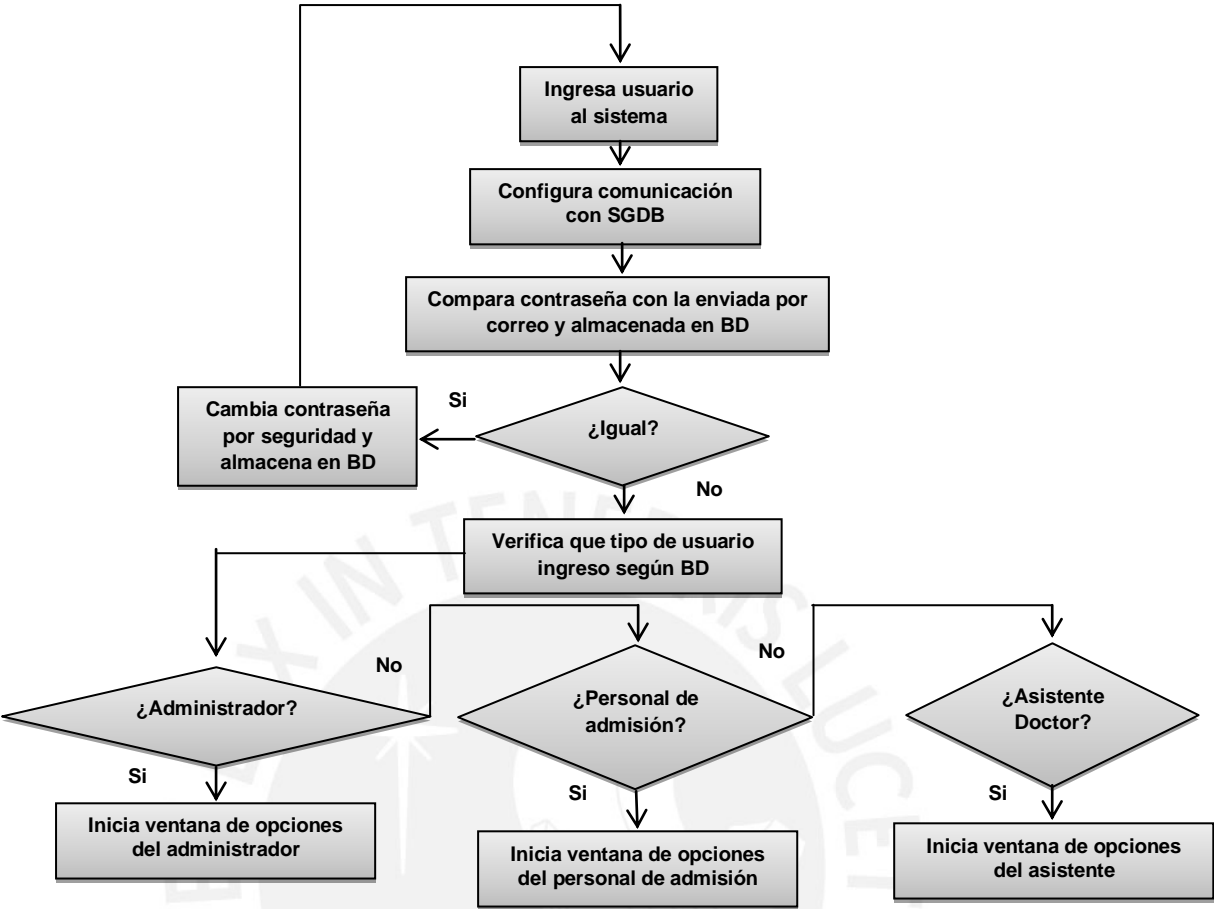


Figura 3.21: Diagrama de flujo de ingreso al sistema de identificación sanitaria

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1. Pruebas de comunicación entre el circuito, smart card y PC

La primera prueba realizada fue comunicar el microcontrolador con la smart card, como se observa en la Figura 4.1 (a). Para esta prueba se implementó una pantalla LCD en la que se muestra el dato “inicio” previamente almacenado en la smart card.

La segunda prueba realizada fue la comunicación entre PC y la smart card, teniendo como interfaz el circuito desarrollado. En la Figura 4.1 (b) se muestra, al lado izquierdo de la ventana, los datos que se almacenan en la smart card y, al lado derecho, los mismos datos que se leen de la smart card.

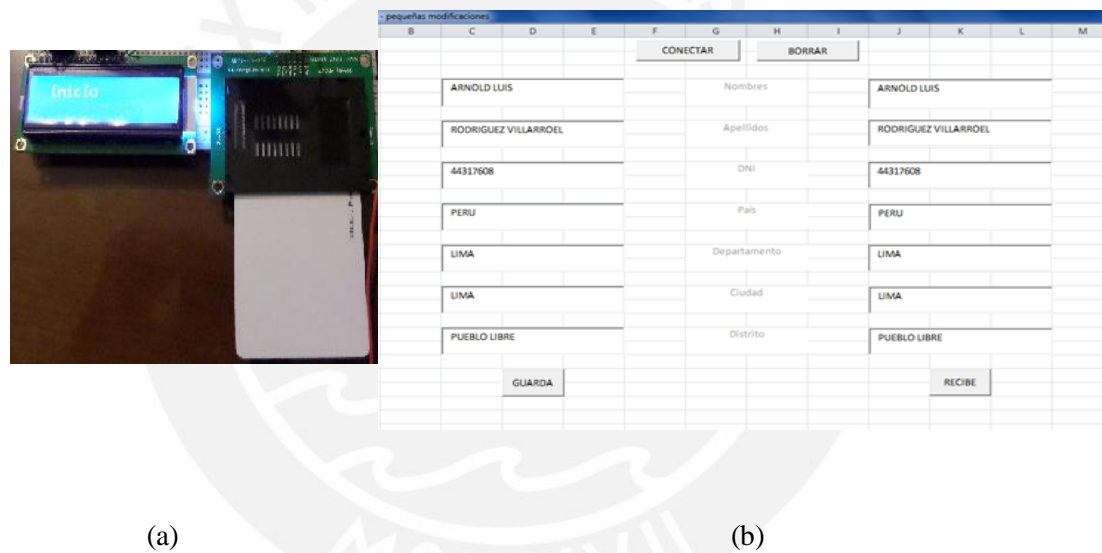


Figura 4.1: (a) comunicación del smart card con el microcontrolador (b) comunicación entre smart card y PC
Fuente: elaboración propia

3.2. Pruebas de la interfaz lector/escritor y visualización de datos

En la Figura 4.2 (a) se muestra los leds “On” y “Ok” prendidos, los cuales indican que el equipo está encendido y sin procesar ningún dato; En la Figura 4.2 (b) se muestra los leds “On”, “Ok” y “Smart Card” prendidos, los cuales indican que el equipo está encendido, sin procesar y con la smart card insertada; finalmente, en la Figura 4.2 (c) se muestra los leds “On”, ”Smart Card” y “Busy”, los cuales indican que el equipo está encendido, procesando datos y con la smart card insertada.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.2: (a) equipo encendido, (b) equipo con smart card insertada y (c) equipo procesando datos

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.3 se muestra las opciones a las que puede acceder el personal de admisión: datos personales, contactos de emergencia, datos hospitalarios e información del seguro; mientras que los especialistas en salud (o sus asistentes) tienen acceso a todos los datos mencionados incluyendo enfermedades, procedimientos, salud, lesiones, intoxicaciones, morfología neoplasias y fármacos.



Figura 4.3: Ventana de acceso a los diferentes datos del paciente

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.4 se muestra el despliegue de los datos personales del paciente, con las opciones de editar, almacenar y salir del aplicativo, las mismas que están presentes en todas las ventanas.

Sistema de Identificación Sanitaria

Bienvenido: Arnold

Datos Personales

05/12/2013 - 00:28

Paciente:

Nombres:
Arnold Luis

Apellidos:
Rodriguez Villarroel

DNI:
44317608

Datos:

Última Actualización: 25 11 2013 Hora: 12:07:33

Modificado por usuario: Sergio

Nombres: * Arnold Luis

Apellidos: * Rodriguez Villarroel

DNI: * 44317608

Sexo: * Masculino

Fecha de Nacimiento: * 4 3 1890 (dia/mes/año)

Estado Civil: * Soltero/a

Dirección:

Departamento: * LIMA

Provincia: * LIMA

Distrito: * CHORRILLOS

Dirección: * Av. Guardia Civil 184 ::

Comunicación:

Teléfono Casa: * 26207778

Teléfono Trabajo: * 3465879

Celular: * 959212599

Figura 4.4: Datos personales del paciente

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.5 se muestra la ventana de contactos de emergencia del paciente.

Arnold Luis

Apellidos:
Rodriguez Villarroel

DNI:
44317608

Contacto:

Nombres: *

Apellidos: *

Relación: *

Teléfono: *

Celular: *

Nota:

Agregar

Se almacena como máximo tres contactos de emergencia

Nro	Nombres:	Apellidos:	Relación:	Teléfono:	Celular:	Nota:	¿Eliminar?	¿Editar?
1	Irma	Villarroel Schwartz	mama	2620758	987824599	Vive en provincia		
2	Erick Jose	Rodriguez Villarroel	hermano	2349756	959212433	llamar primero en emergencias		
3	Jose Luis	Rodriguez Villanueva	papa	2314567	999832455	vive fuera de lima		

Figura 4.5: Contactos de emergencia

Fuente: Elaboración propia

67

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En la Figura 4.6 se muestra las enfermedades y procedimientos del paciente. En los campos Enfermedad y Procedimiento se interactúa con la Base de Datos, que tiene almacenado las tablas de consulta, a la cual se accede con un click en Buscar, previamente habiendo escrito la palabra deseada en el campo.



Enfermedades:

Enfermedad: Fecha de Diagnóstico: (día/mes/año) **Buscar** **Agregar**

Se almacena como máximo cuatro enfermedades

Nro	Enfermedad	Día	Mes	Año	Eliminar	Editar
6229	1 BRONQUITIS CRÓNICA	4	3	1995	X	
13401	2 LESION SUPERFICIAL DEDO MANO	8	12	1997	X	
1	3 COLERA	3	9	1998	X	
4525	4 MOPHA	5	5	1996	X	

Procedimientos:

Procedimiento: Fecha de Procedimiento: (día/mes/año) **Buscar** **Agregar**

Se almacena como máximo cuatro procedimientos

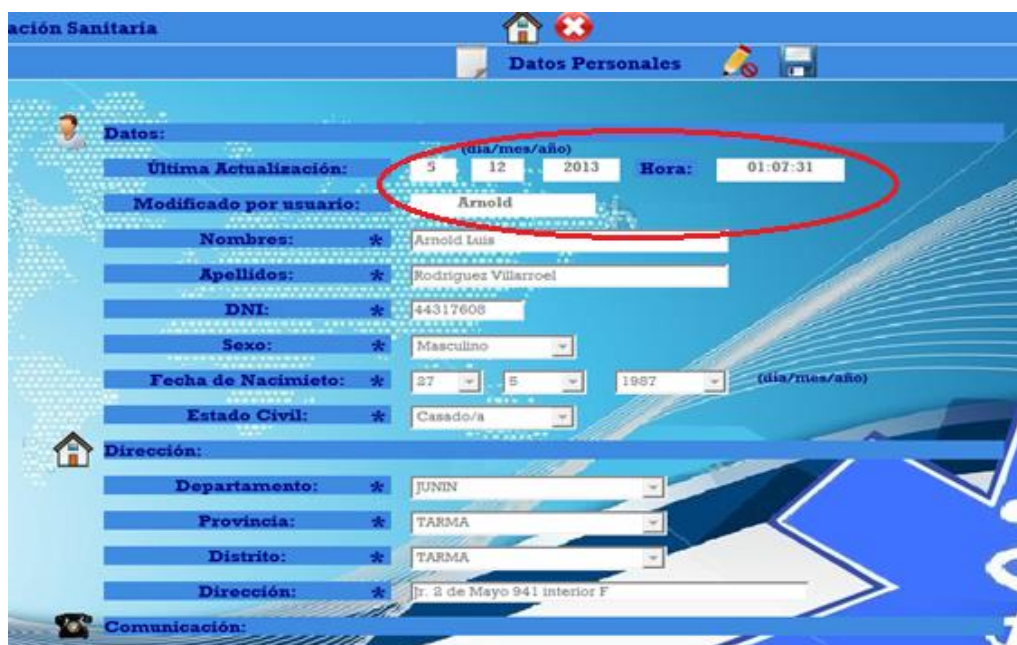
Nro	Procedimiento	Día	Mes	Año	Eliminar	Editar
912	1 APICECTOMIA	8	3	2012	X	
4175	2 RADIODIAGNOSTICO ACCELERADOR PARTICULAS	8	3	1995	X	
2045	3 SECUESTRECTOMIA HUESO CARA	7	7	2012	X	
60	4 INSERCIÓN PERCUTANEA ENDOPROTESIS ARTERIA PRECEREBRAL OTRA	30	10	1917	X	

Figura 4.6: Enfermedades y procedimientos

Fuente: Elaboración propia

3.3. Pruebas de modificación de datos

En la Figura 4.7 se muestra la misma ventana de datos personales, pero con los datos editados, en la smart card, en campos de dirección, estado civil y fecha de nacimiento. Pudiendo observarse la hora, fecha y usuario quien modificó los datos.



ación Sanitaria

Datos Personales

Datos:

Última Actualización: 5 12 2013 Hora: 01:07:31

Modificado por usuario: Arnold

Nombres: * Arnold Luis

Apellidos: * Rodriguez Villarroel

DNI: * 44317608

Sexo: * Masculino

Fecha de Nacimiento: * 27 5 1987 (día/mes/año)

Estado Civil: * Casado/a

Dirección:

Departamento: * JUNIN

Provincia: * TARMA

Distrito: * TARMA

Dirección: * Jr. 2 de Mayo 941 interior F

Comunicación:

Figura 4.7: Modificación de datos

Fuente: Elaboración propia

3.4. Pruebas con MySQL

Para las pruebas con MySQL, primero se muestra en la Figura 4.8, la ventana del usuario: Administrador, quien puede modificar las tablas de consulta ubicadas en la plataforma MySQL.



Figura 4.8: Ventana del Administrador

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.9 se muestra la ventana en la cual se puede modificar las tablas de consulta, de la plataforma MySQL, mediante las herramientas añadir, editar y eliminar los registros. Una ventana con las mismas características se despliega por cada tabla de consulta.



Figura 4.9: Modifica tabla de consulta “procedimientos” de MySQL
Figura: Elaboración propia

3.5. Prueba de generación de receta en formato PDF y su envío por correo


En la Figura 4.10 se muestra la opción fármacos, con los datos leídos de la smart card, y con las herramientas de generar receta.pdf y enviarlo por correo.

En la Figura 4.11 se muestra la receta generada en PDF.

En la Figura 4.12 (a) se observa la herramienta para enviar la receta por correo y en la Figura 4.12 (b) se observa el correo con la receta adjunta.



Figura 4.10: Ventana de fármacos
Fuente: Elaboración propia



Doctor :
Número de Colegiatura :

ROLANDO JULIO COSAR SEDANO
65330

Nombre del Paciente :
Apellido del Paciente :

Arnold Luis
Rodríguez Villarroel

Fecha :
5 dic

Medicamentos

Dosis

1	A FOLIC	una vez al día
2	PLIDAN	despues de cada comida
3	AMIK	en las mañanas
4	EXCEDRIN MIGRAÑA	dos veces al día
5		
6		

Hospital :

Militar

Figura 4.11: Receta generada en PDF
Fuente: Elaboración propia

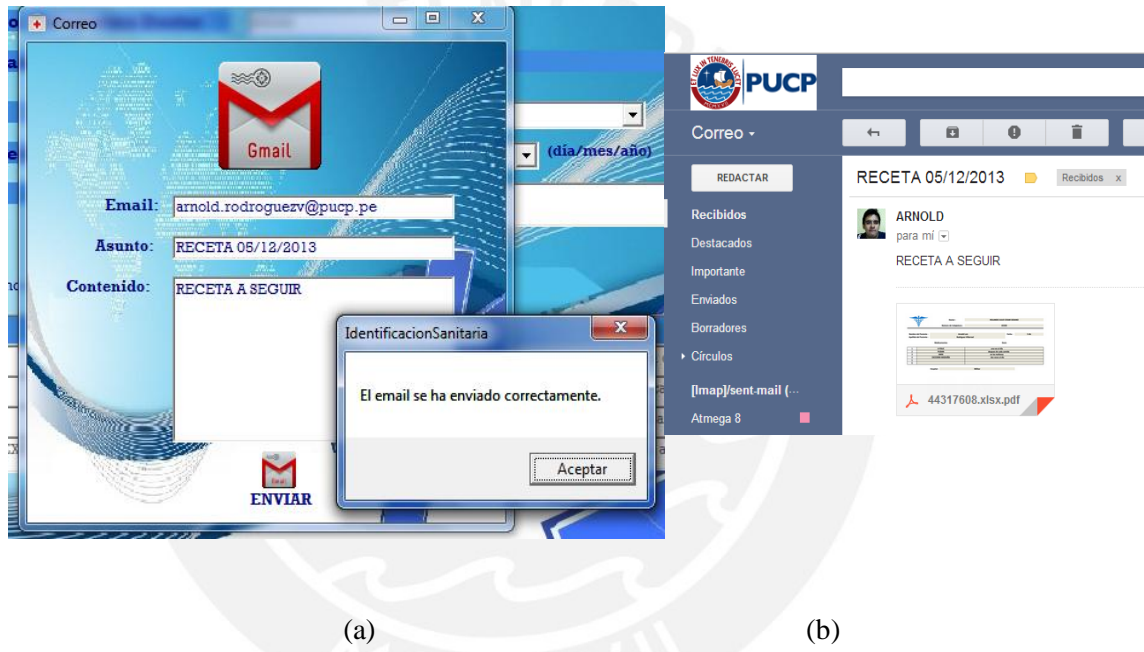


Figura 4.12: (a) Se envía por correo la receta (b) Recepción de la receta en la bandeja de entrada
Fuente: Elaboración propia

3.6. Prueba de añadir usuario

En la Figura 4.13 se muestra la ventana del administrador con la opción de añadir usuario y que después de completar los datos, se envió al email la contraseña de usuario.

En la Figura 4.14 se muestra la bandeja de entrada con la contraseña enviada por el Sistema de Identificación Sanitaria.

En la Figura 4.15 se muestra la ventana Login, donde el usuario ingresa la contraseña que se le envió y por seguridad el sistema lo fuerza a cambiar de contraseña.



Figura 4.13: Ventana administrador, opción añadir usuario y email enviado
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.14: Bandeja de entrada con la contraseña recibida
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.15: Login, cambio de contraseña y confirmación
Fuente: Elaboración propia

3.7. Prueba de errores

En la Figura 4.16 se muestra el error al ingresar la contraseña incorrecta para acceder al Sistema de Identificación Sanitaria.



Figura 4.16: Error de contraseña
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.17 se muestra el error al tratar de acceder a los datos del paciente y tener el equipo desconectado o apagado.



Figura 4.17: Error de equipo desconectado

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Con la presente tesis se logró desarrollar un sistema de identificación sanitaria el cual permitirá a las instituciones de salud acceder a los datos clínicos de un paciente para los procesos de admisión, consulta y/o en situaciones de emergencia a través de una smart card. Además, el sistema se enlaza con una base de datos la cual almacena información clínica conforme a estándares nacionales e internacionales, los datos clínicos del paciente y los usuarios del sistema.
2. El estudio de los estándares, en el sector salud, los cuales definen un lenguaje interoperable y la investigación de experiencias de proyectos similares, permitió definir la estructura y los datos clínicos relevantes que se deben almacenar en la smart card del paciente y que serán replicados en la base de datos relacional.
3. Se demostró que la smart card escogida tiene la capacidad suficiente para almacenar los datos clínicos del paciente, garantizando la integridad de los datos y su registro en forma redundante por 100 años (según datos del fabricante).
4. Para la lectura y escritura en la smart card, se ha diseñado una interfaz que por medio del microcontrolador permite la comunicación entre la PC con el soporte de la tarjeta inteligente. Así mismo, se desarrolló el software necesario que controla el protocolo I2C, para la comunicación entre la smart card y la computadora.
5. La interfaz gráfica desarrollada cumple con los requisitos de ergonomía y gestión de la información, permitiendo editar, eliminar o agregar datos en la smart card y en forma sincronizada en la base de datos; además, se enlaza con las tablas de consulta almacenadas en la base de datos.

RECOMENDACIONES

1. El proyecto desarrollado es un prototipo de lo que podría ser un dispositivo clínico masivo. Si bien es cierto, cumple satisfactoriamente con los requisitos básicos para el proceso de una atención médica, se considera que en un futuro podría desarrollarse una serie de modificaciones para una mejor operatividad, por ejemplo, el uso de una tarjeta con mayor capacidad de almacenamiento, comunicarse a través del protocolo USB 3.0, entre otros.
2. Con los nuevos estándares de comunicación inalámbrica, se puede considerar que la comunicación con la PC se realice a través de tecnologías como Bluetooth, Wifi, 4G u otros. De esta manera brindar movilidad del equipo interface y evitar tiempos muertos debido a la instalación de dispositivos de comunicación USB.
3. Este tipo de proyecto se debe desarrollar con un grupo interdisciplinario de profesionales como médicos, enfermeros, ingenieros informáticos, entre otros; de esta manera, poder diseñar la aplicación adecuada conforme a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta los requisitos técnicos de hardware y software.
4. Se debe realizar pruebas de producción o pruebas piloto del sistema desarrollado en instituciones de salud, con la finalidad de obtener opiniones y sugerencias de los posibles usuarios para su mejora futura y posteriores versiones.
5. Al interfaz lector/escritor entre Smart Card y PC se le puede agregar una señal de advertencia la cual indique al usuario mediante un led que la batería está baja.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Martinelli R, Zawadzki S. Documentos médicos, registros y auditorias su importancia y evolución. Uruguay: Universidad de la República Oriental del Uruguay; 2006.
- [2] Racciatti G, Siragusa M. Importancia del registro clínico informatizado en la endodoncia. Argentina: Universidad Nacional de Rosario; 2000.
- [3] Castro I, Gámez M. Historia clínica. España: Universidad autónoma de Barcelona; 2000.
- [4] Lugo E, Muñoz R, Vilachá CC, Villegas A, Pacheco J. Sistema digital para la gestión de historias clínicas electrónicas almacenadas en iButtons bajo el estándar internacional HL7/CDA. Revista INGENIERÍA UC 2008; 15: 59-68.
- [5] Global Health Smart Card Corporation. Dallas (Texas); 1999
Disponible en:
<http://www.healthsmartcard.net/contact.html>
- [6] Laurans A. Chip a favor de la salud. Chile: El diario electrónico de la tecnología; 2008.
Disponible en:
http://www.mundoenlinea.cl/noticia.php?noticia_id=14010&categoria_id=31
- [7] Sanabria F, Romero V. Diseño e implementación de un sistema para el almacenamiento de historial clínico en tarjetas inteligentes. Bogotá (Colombia): Universidad de los Andes; 2005.
- [8] Wolfgang R, Wolfgang E. Smart Card Handbook Third Edition. Jhon Wiley & Sons, Ltd. Munich, Germany; 2003.
- [9] Tecnologías: Tarjetas inteligentes. (RNDS) Revista negocios de seguridad 2007 Marzo Nro. 30: 146-158.
- [10] Medaglia D. Tesis de Licenciatura “Tarjetas inteligentes”. Uruguay: Universidad ORT Uruguay; 2002
- [11] SUSCERTE (Superintendencia de Servicios de Certificación Electrónica). Tarjetas inteligentes (Smart card). Gobierno Bolivariano de Venezuela; 2000
- [12] Everett D. Smart Card Tutorial. Reino Unido; 1992
Disponible en:
<http://www.smartcard.co.uk/tutorials/sct-itsc.pdf>

- [13] Muñoz P. Integración de datos ISO/IEEE11073 provenientes de dispositivos médicos en un servidor de Historia Clínica Electrónica (HCE) según la norma UNE-EN/ISO 13606. España: Universidad de Zaragoza y Centro Politécnico Superior; 2010
- [14] Integrated Silicon Solution, Inc., IS24C16A Data Sheet; 2009.
Disponible en:
<http://www.issi.com>
- [15] National Library of Medicine – National Institutes of Health. Estados Unidos.
Disponible en:
<https://www.nlm.nih.gov>
- [16] Latest version of LOINC for electronic health information exchange to be released. News Medical; 2010 Junio.
- [17] Ibarra A. Intervenciones de enfermería (NIC) aplicadas a los cuidados críticos pediátricos y neonatales. España: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales. Hospital Torrecárdenas; 2012.
- [18] Arribas A. Observatorio Metodología Enfermera. España: Fundación para el Desarrollo de la Enfermería; 2013.
- [19] ED A Coruña. Ayudas. Deputación da coruña; 2007
Disponible en:
http://www.dicoruna.es/ipe/ayudas/PYMES/convocatorias/conv_meddra.htm
- [20] Facuse V. Información sobre venta de medicamentos. Chile: Corporación Expansiva; 2011.
- [21] Goldmann D. Smart Content de Elsevier y la Nueva Generación de la Información Clínica. España: Elsevier España; 2012.
- [22] Organización Mundial de la Salud. CIE10. España.
Disponible en:
http://cie10.org/Cie10_Que_es_cie10.php
- [23] Juncosa S. Gervas J. La Clasificación Internacional de la Atención Primaria, CIAP-2, traducida al castellano. España: Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria; 2005

- [24] Pacheco A. Estándares de mensajería e intercambio de datos. México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud; 2008.
- [25] Trapero C. Taxonomía Enfermería y Enfermería Quirúrgica. España: Asociación Jornadas de enfermería en Cirugía Ortopédica y Traumatología; 2012.
- [26] Marín H, Rodríguez R, Delaney C. Building Standard-Based Nursing Information Systems. Estados Unidos: Pan American Health Organization; 2001
- [27] Arbor A, Commission on Professional and Hospital Activities, Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. The International Classification of Diseases, 9th Revision, Clinical Modification. España: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; 2012
- [28] Congreso de la República del Perú. Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos – OPPF. Perú: Congreso de la República; 2013
- Disponible en:
<http://somoscongreso.blogspot.com/2013/03/observatorio-peruano-de-productos.html>
- [29] Congreso de la República. Normas Legales. Perú: El Peruano; 2009
- Disponible en:
<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Leyes/29459.pdf>
- [30] Rodriguez L, Perovicha D, Varela M, Martínéz L. Historias clínicas en Tarjetas Inteligentes. Uruguay: Universidad de la República de Uruguay; 2003.
- [31] Smart Card Alliance. Smart Card Technology in U.S. Healthcare: Frequently Asked Questions. Estados Unidos: Smart Card Alliance; 2012.
- [32] Crisólogo I. Diseño de un sistema electrónico para el aviso automatico de disponibilidad en estacionamientos vehiculares. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2008.
- [33] García E. Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC. México: Alfaomega Grupo Editor; 2008.
- [34] Díaz R. Diseño de un módulo de placa orificio para la planta térmica del laboratorio de energía de la PUCP. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2012.
- [35] The World Bank. Life expectancy at birth. USA; 2013
- Disponible en:
<http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN>

[36] ON SEMICONDUCTOR, Linear & Switching Voltage Regulator Handbook, Sección 8, Edición digital, Estados Unidos; 2002.

[37] Texas Instruments, hoja técnica: LM2940-N/LM2940C 1A Low Dropout Regulator, Estados Unidos; 2013.

Disponible en:

www.ti.com

